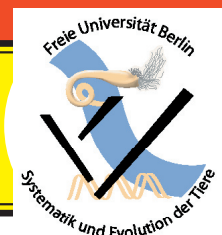


Proceedings in Marine Biology

Journal of the Graduate Course of the Freie Universität Berlin
(Germany) at Kristinebergs Marina Forskningsstation (Sweden)



Volume 1 Number 2 2006



Zimmermann, J. and Hawliczek, A. Concentrations of plankton and detritus in rock-pools decrease during the low tide period	1 – 4
Brüning, A, Schultner, E., and Schünemann, J. Habitat and settlement of adult respectively larval <i>Flustrella hispida</i>	5 – 8
Liebertz, F., Kaijklina, K., and Seiffert, F. Homing behavior and locality preferences in patellid and trochid gastropods	9 – 11
Däblitz, A. and Stahl, T. Abiotic factors influencing the orientation behavior of <i>Monodonta lineata</i>	12 – 17
Sachsenröder, J. and Pechstein, A. The hermit crab <i>Clibanarius erythropus</i> actively chooses between shells of different quality	18 – 21
Köppen, N. and Weiß, B. Species richness in rock crevices is negatively correlated with tidal height in the rocky eulittoral	22 – 25
Species list	26 – 27



"Proceedings in Marine Biology" is an international journal publishing original research by graduate students on all aspects of marine biology. Subjects covered include: ecological surveys and population studies of oceanic, coastal and shore communities; physiology and experimental biology; taxonomy, morphology and life history of marine animals and plants. Papers are also published on techniques employed at sea for sampling, recording, capture and observation of marine organisms.

Editorial Board

P. Grobe
Zoologie
Freie Universität
Berlin
Germany
pgrobe@zoosyst.fu-berlin.de

T. Stach
Zoologie
Freie Universität
Berlin
Germany
tstach@zoosyst-berlin.de

Instructions to authors.

Manuscripts submitted to "Proceedings in Marine Biology" must be original, not under consideration elsewhere. Papers should be written in clear English, German, or Swedish with an abstract in English. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units must be used. Scientific names should be italicized.

Manuscripts should be arranged in the following order:

Title, Author(s), Address(es), Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, Figures, Captions, and Tables.

Submission.

Please submit all manuscripts for review by e-mail, postal service, or personally as plain word files to the editors.

Preparation.

"Proceedings in Marine Biology" invites contributions as:

1. Full Research Articles of not more than 10 printed pages including tables and illustrations (10,000 words+ figures + tables).
2. Short Papers of not more than 3000 words (+2 figures & 2 tables, or 4 figures or 4 tables etc.)
3. Short Communications of not more than 2 printed pages including table and illustration (1500 words + 1 figure & 1 table, or 2 figures or 2 tables). These papers must start with an Abstract but are not otherwise divided into sections.

E-mail.

Please provide an e-mail address for the first or corresponding author. This will appear on the title page of each article.

Title.

The title should be no more than 20 words.

Abstract.

A concise informative abstract of not more than 250 words should summarize the most important findings.

Tables.

Tables should not be excessive in size and headed by informative legends. Legend, headings and footnote are delimited by horizontal lines. Data sheets and tables deemed necessary might accompany the manuscript and be added as appendices in an electronical supplement.

Citation of literature.

References in the text should refer to the authors name and year of publication. Two authors should be cited using '&' (Rainbow & Dellinger, 1993); for more than two authors, the name of the first author followed by 'et al.' (Lallier et al., 1987). When citing more than one publication use a semi-colon to separate the different authors e.g. (Gorind et al., 1997; Mykels & Skinner, 1985a,b; Skinner, 1996). The manuscript should be carefully checked to ensure the details of authors and dates cited in the text exactly match those in the reference list. Cross checking of references in the text to the cited literature and vice versa is the responsibility of the author.

All literature quoted in the text must be listed in alphabetical and chronological order of author names at the end of each manuscript. When more than one publication with the same first author(s) is cited the following order alphabetically applies: (a) single author, according to publication dates; (b) same author and one co-author; (c) same author and more than one co-author. Titles of journals must be written in full and references to books should include the place of publication and the publisher. Examples:

Journals.

Marshall, S.M., Nicholls, A.G. & Orr, A.P. (1939): On the growth and feeding of young herring in the Clyde. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2: 427–455.

Books.

Cushing, D.H. (1981): *Fisheries biology, a study in population dynamics*, 2nd ed. Madison: University of Wisconsin Press.

Chapters from books.

Weir, B.S. (1990): Intraspecific differentiation. In: *Molecular systematics* (ed. D.M. Hillis and C. Moritz), pp. 373–410. Sunderland: Sinauer Associates.

Processing.

Manuscripts will be critically reviewed by at least one referee. Subject to suitable review, papers may be selected for publication by the editors. Acceptable papers will be returned to the author for revision and editorial corrections.

Revision.

Revised manuscripts must be returned electronically or on CD. Any Word formats are suitable for text.

Figures.

Figures must be submitted as PC compatible TIFF files. These must be of 300 dpi resolution. All figures should be labelled with a medium weight sans serif font of an appropriate size to result in 8 point type when reduced to a single column width. If figures are in parts, please label A, B, C, D, etc. in top left corner of each part.

Proofs.

The first or corresponding author will receive the proofs, which will be supplied as word or pdf files.

Reprints.

A CD with the final version of the manuscript will be provided to the authors free of charge.

This volume deals exclusively with the results of the
research field trip of the Freie University of Berlin to the
Marine Biology Station Concarneau/France

from 26.03. - 05.04.2006

Participants:

Anika Brüning	anika.bruening@web.de
Almute Däblitz	almute@zedat.fu-berlin.de
Peter Grobe	pgrobe@zoosyst-berlin.de
Alessa Hawliczek	alessa_hawliczek@yahoo.de
Katja Kaijklina	katja_mk@hotmail.com
Nico Köppen	tupyhn@gmx.de
Frauke Liebertz	sputnix80@web.de
Anne Pechstein	animula@gmx.de
Jana Sachsenröder	janasachse@yahoo.de
Eva Schultner	evita5700@yahoo.de
Jan Schünemann	jschueni@web.de
Franz Seiffert	franzseiffert@gmx.net
Thomas Stach	tstach@zoosyst-berlin.de
Tina Stahl	tina-stahl@gmx.de
Benjamin Weiß	gottbenni@hotmail.com
Jonas Zimmermann	jonas@kr23.de

Concentrations of plankton and detritus in rock-pools decrease during the low tide period.

Zimmernann, Jonas; jonas@kr23.de
Hawliczek, Alessa; alessa_hawliczek@yahoo.de

Abstract

During a survey between 31.03. and 03.04.2006 on the southern rocky shore of Le Cabellou, Bretagne, we investigated the change in concentration of plankton and detritus in three different rockpools of the mideulittoral during low tide. For this purpose, we took water samples from each rockpool. The imminent planktonic organisms were counted and the combined dried wet weight of plankton and detritus was measured. The generated data show a clear decrease of density of planktonic individuals from the groups Copepoda and Diatomacea. Similarly, the combined dried wet weight decreased continuously over the low tide. This indicates that, suspension feeders, living in the rockpools consume considerable amounts of the given concentration of plankton and detritus that is carried into the rock pools during each high tide.

Einleitung

Das Ökosystem der Meere ist ein in sich geschlossenes System, das eine große Gemeinschaft von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren darstellt und ihren Interaktionen Raum bietet. Einen der wichtigsten Aspekte stellen das Plankton, aufgeteilt in Phyto- und Zooplankton, sowie der Detritus dar, welche als Basis der Nahrungskette die Grundlage höherer Trophieebenen bilden (Tardent 1993).

Das periodische Abfallen und Ansteigen des Meeresspiegels, bedingt durch das Zusammenspiel von Mondgravitation, Sonnengravitation, sowie Zentrifugalkräften, die durch die Rotation der Erde und des Mondes um eine gemeinsame Achse entstehen, haben auf biologische Erscheinungen Einfluss. Dies Abnehmen und Steigen des Meeresspiegels ist naturgemäß in der Küstenregion von größter Bedeutung, da hier in Abhängigkeit der geomorphologischen Gestaltung der Küste Bereiche periodisch trocken fallen bzw. überflutet werden. Durch diese Gegebenheit ist hier eine starke Variation der öko-

logischen Bedingungen zu finden (Friedrich 1965). In Abhängigkeit des Zeitraums des Trockenfallens lässt sich die Küste in verschiedene Zonen, das Supralitoral, Eulitoral und das Sublitoral unterteilen.

Die folgenschwerste Konsequenz ist im Bereich der Eulitoral zu finden. Dessen Flora und Fauna kurzzeitig mit nahezu terrestrischen Bedingungen konfrontiert werden (Friedrich 1965).

Im Bereich des felsigen Eulitorals von Le Cabellou befinden sich durch Erosion entstandene Mulden, aus denen sich das Meerwasser nicht vollständig zurückziehen kann. Diese sogenannten Rockpools bieten in der Zeit des Niedrigwassers einen isolierten Lebensraum für marine Organismen (Sommer 1998).

Da während einer Trockenfallperiode kein neues Meerwasser in die Rockpools gelangt, sie also isoliert liegen vermuten wir, dass eine Änderung der quantitativen Zusammensetzung von Plankton und Detritus über die Zeit erfolgt.

Material & Methoden

Im Zeitraum vom 31.03.2006 bis zum 02.04.2006 wurden drei Rockpools, ca. 80-110l Volumen und die ähnliche Charakteristika in Exponiertheit, Größe

und Lage, im Bereich des mittleren Eulittorals von Le Cabellou (Bretagne/Frankreich) aufwiesen, auf die Veränderung der quantitativen Zusammensetzung

zung von Plankton und Detritus hin, über die Zeit des Niedrigwassers untersucht. Hierzu wurden je drei Proben (1.5h vor Niedrigwasser, bei Niedrigwasser, 1.5h nach Niedrigwasser) pro Rockpool entnommen. Die Zeit des Niedrigwassers wurde ermittelt.

Für eine Probe wurden 20l Wasser durch ein Planktonsieb (50µm Maschenweite) gegossen. Das gesiebte Wasser wurde aufgefangen und entfernt, um eine Verdünnung der Pools zu vermeiden. 50ml Flaschen angefüllt, mit 5ml Formol [35%] wurden mit dem im Sieb verbliebenen Plankton und Detritus aufgefüllt, durch Ausspülen des Siebes, und so für das spätere Auszählen fixiert.

Die Zusammensetzung der Suspensionsfresser der einzelnen Rockpools wurde grob erfasst und nach Campbell (1977), Hawkins & Jones (1992) sowie

Hayward, P.J. (1996) bestimmt.

Die entnommenen Proben wurden im Labor ausgezählt. Erfasst wurden ausschließlich Copepoden und Diatomeen mit Hilfe von Larink & Westheide (2006).

Um das trockene Nassgewicht (hier im Folgenden kurz Trockengewicht genannt) von Plankton und Detritus zu ermitteln, wurde jede Probe mittels einer Vakuumpumpe filtriert und der Filter zusammen mit der Probe getrocknet. Die Differenz zwischen Rohfiltergewicht und Trockenfiltergewicht ergab das Gewicht des sich im Wasser befindlichen Plankton und Detritus für die jeweils genommene Probe.

Die Graphiken, der Mittelwert sowie die Standardabweichung wurden mittels Verwendung von Microsoft Excel for Windows® erstellt.

Ergebnisse

Alle Ergebnisdaten sind durchgehend Mittelwerte der entnommenen Proben. Jeder Probentag wurde als ein Replikat gewertet.

Die beprobten Rockpools wiesen eine deutliche Abnahme sowohl der Plankton- als auch der Detrituskonzentration über die Niedrigwasserperiode auf.

Die Anzahl der Copepoden in Rockpool I nahm von 69,3 über 18,7 auf 12 Copepoden ab (Abb.1). Auch in Rockpool II ist eine Abnahme der Copepoden von 75,7 in der ersten Probe über 15 Copepoden in der zweiten Probe auf 7,7 Copepoden in der dritten Probe, 1.5 h nach Niedrigwasser erkennbar (Abb.1). Die Abnahme der Copepoden in Rockpool III ist von 69 Copepoden in Probe 1 über 21,3 Copepoden in Probe 2 auf 9 Copepoden in Probe 3 zurückgegangen (Abb.1).

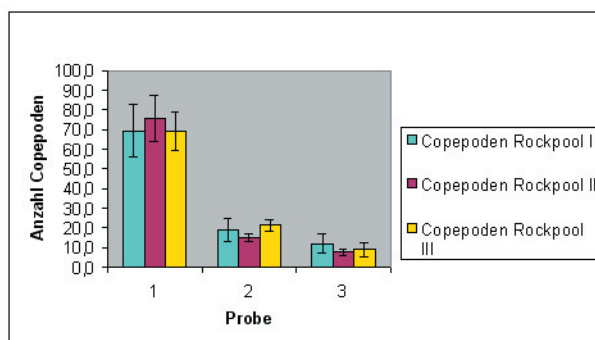


Abb. 1 Quantitative Veränderung der Copepoden über drei Probenahmen in den Rockpools 1, 2 und 3. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichung von jeweils drei Replikaten.

Auch die Diatomeenanzahl ging in den verschiedenen Rockpools zurück (Abb.2). So befanden sich in der ersten Probe in Rockpool I durchschnittlich 19,7 Diatomeen in Rockpool II 14 Diatomeen und in Rockpool III 11,7 Diatomeen. Bei der zweiten Probe ging die Zahl auf 6,7 Diatomeen in Rockpool I, 7 Diatomeen in Rockpool II und 4 Diatomeen in Rockpool III zurück (Abb. 2). Die Auszählung der dritten Probe ergab 2,7 Diatomeen in Rockpool I, 2,7 Diatomeen in Rockpool II und 2 Diatomeen in Rockpool III (Abb. 2).

Das Trockengewicht der entnommenen Plankton- und Detritusproben wies ebenfalls eine Abnahme auf. Lag das Trockengewicht in den Rockpools I, II und III bei der ersten Probenahme noch bei 17,6 mg; 17,1 mg; und 18,6 mg, so nahm das Gewicht der zweiten Probe der Rockpools 1,2 und 3 ab auf 11,1 mg in Rockpool I, 12,3 mg in Rockpool II und

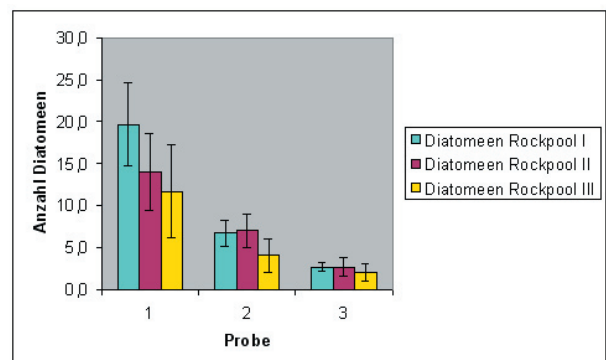


Abb.2 Quantitative Veränderung der Diatomeen über drei Probenahmen in den Rockpools 1, 2 und 3. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichung aus jeweils drei Replikaten.

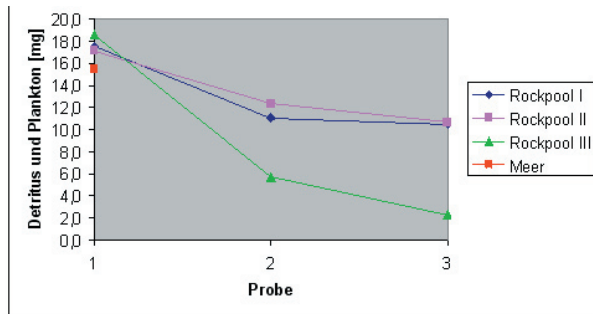


Abb. 3 Quantitative Änderung des Trockengewichts von Plankton und Detritus über drei Probenahmen in Rockpools I, II und III.

5,7 mg in Rockpool III ab (Abb. 3). Die dritte Probennahme brachte Werte von 10,5 mg Trockengewicht von Plankton und Detritus in Rockpool I, 10,6 mg Trockengewicht in Rockpool II und 2,3 mg in Rockpool III.

Bei der groben Charakterisierung der Kom-

position der Suspensionsfresser fanden sich in Rockpool I (Abb.4A) Kolonien von Ascidien, Bryozoen, wenige Polychaeten der Art *Pomatoceros triqueter*, vier Anemonen (2 *Actinia equina*, 1 *A. fragacea*, 1 *Anemonia viridis* (Abb.4B) und einzelne Bewuchsflächen (circa 20cm²) von Porifera vermutlich der Art *Hymeniacidon perleve*.

Rockpool II wies eine hohe Abundanz von *Mytilus edulis* (Abb.4C) auf. Weiterhin fanden sich wie in Rockpool I Ascidien- und Bryozoenkolonien.

In Rockpool III (Abb.4D) kamen einzelne Anhäufungen von *Mytilus edulis* vor. Zusätzlich zeigten sich vier Individuen der Art *A. equina*. Auch *Hymeniacidon perleve* (Abb.4E) war in Bewuchsflächen von ungefähr 40 cm² zu

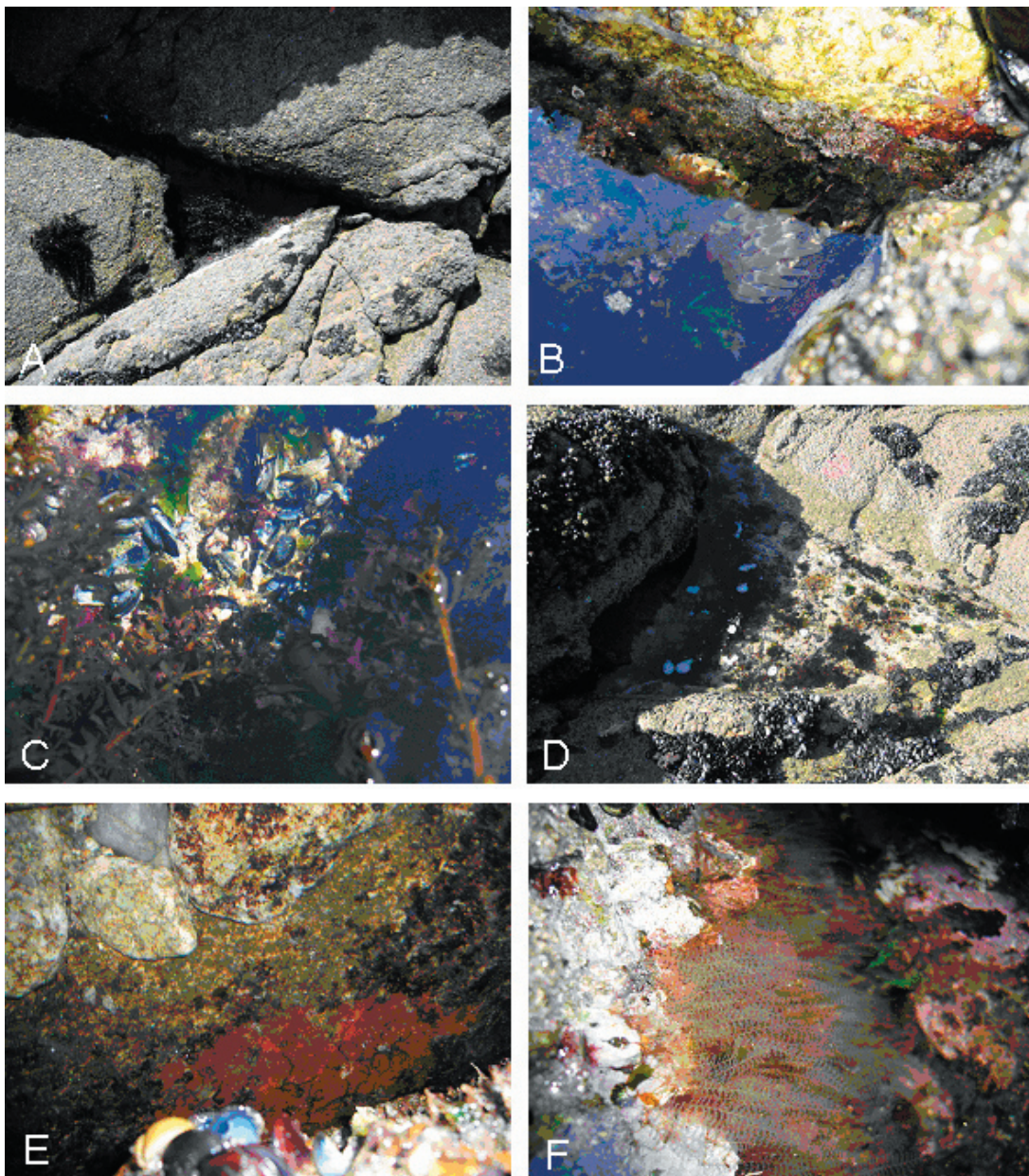


Abb. 4: A - Rockpool I nach letzter Probenahme. B - *Anemonia viridis* in Rockpool I. C - *Mytilus edulis* in Rockpool II. D - Rockpool III nach zweiter Probenahme. E - *Hymeniacidon perleve* in Rockpool III. F - Thecate Hydrozoen der Familie Plumulariidae in Rockpool III.

Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchungen belegen eindeutig, dass über die Zeit der Niedrigwasserperiode die Plankton- und Detrituskonzentration abnimmt. Das bedeutet, die in den Rockpools befindlichen Suspensionsfresser müssen über diese Periode ihren Nahrungsbedarf aus der gegebenen Menge an Nahrungspartikeln decken. Da es keinen weiteren Neueintrag von planktonischen Organismen oder Detritus gibt, werden die Ressourcen langsam ausgezehrt. Da sich nur Literaturwerte für *M. edulis* mit einer Filtrationsrate von 30 ml min⁻¹ pro Muschel mit einem Trockengewicht von 100 g (Clausen & Riisgård 1996) finden ließen, müssten zur genaueren Analyse der Tragweite der charakteristischen Zusammensetzung der Suspensionsfresser deren spezifische Filtrationsraten recherchiert oder gemessen werden. Ebenfalls spielen Veränderungen der Salinität (Winter & Müßig 2004) und Sauer-

stoffsättigung eine Rolle bei der Effizienz der filtrierenden Organismen. Um die bis dato eindeutigen Ergebnisse weiter zu untermauern, wären mehr als drei Probetage nötig gewesen. Die Ergebnisse belegen aber eindeutig unsere Eingangüberlegungen und begründen somit den Wert weiterer Untersuchungen, die sich etwa mit der Bedeutung des Energieeintrages durch Plankton und Detritus auf die Zusammensetzung der Suspensionsfresserfauna beschäftigen. Zusätzlich hätte man sich noch eingehender mit der Reproduktionsrate der Planktonorganismen auseinandersetzen können. Weiterhin wurde auch nicht die Freisetzung von Larven zur Probezeit untersucht. Beachtet man diese Aspekte allerdings genau würden die erhaltenen Werte bei einer angenommenen Reproduktion noch mehr an Aussagekraft gewinnen, da die Suspensionsfresser noch stärker konsumiert hätten

Literatur

- Campbell, A.C. (1977): Der Kosmos-Strandführer, 1. Auflage: Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- Clausen, I., Riisgård, H.U. (1996): Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs, MEPS 141: 37-45
- Friedrich, H. (1965): Meeresbiologie, Eine Einführung in die Probleme und Ergebnisse, Gebrüder Bornträger, Berlin-Nikolassee
- Hawkins, S.J., Jones, H.D. (1992): Rocky Shores, Marine Field Course Guide, Immel Publishing, London
- Hayward, P.J. (1996): Handbook of the Marine Fauna of the North-West Europe, 2. Auflage: Oxford University Press, Oxford
- Larink, O., Westheide, W. (2006): Coastal Plankton, Photo Guide for European Seas, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München
- Müßig, L., Winter, J. (2004): Filtration rates in three different Scandinavian ascidians: quantification of the influence of salinity on feeding efficiency, Proceedings in Marine Biology, Freie Universität, Berlin
- Sommer, U. (1998): Biologische Meereskunde, Springer Verlag, Berlin
- Tardent, P. (1993): Meeresbiologie, Eine Einführung, 2. Auflage: Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Habitat and settlement preferences of adult respectively larval *Flustrellidra hispida*

Brüning, Anika; anika.bruening@web.de
Schultner, Eva; evita5700@yahoo.de
Schünemann, Jan; jan.schuenemann@gmx.net

Abstract

Between 26.03.06 and 05.04.06 we examined the settlement preferences of the bryozoan *Flustrellidra hispida* on the brown alga *Fucus serratus* in the rocky intertidal of Le Cabellou in France.

In field experiments we investigated whether *F. hispida* prefers exposed or protected habitats for settlement. We examined randomly chosen individual algae from two different habitats, one sheltered and one exposed. *F. hispida* was found exclusively/preferentially on *F. serratus* from the protected site. On a smaller scale we investigated whether *F. hispida* showed a preference for different parts of the alga. We determined that highest densities of the colonies were found on the lower parts of the alga. In order to test the possibility that these small-scale preferences were due to settlement preferences, laboratory experiments were carried out on larval *F. hispida*. These tests could determine that the observed distribution pattern of *F. hispida* on *F. serratus* observed in the field is not due to active settlement choice of larvae.

Einleitung

Im Felswatt der europäischen Nordatlantikküste ist das Vorkommen verschiedener Bryozoenarten nachgewiesen (Stephenson & Stephenson, 1949; Vail & Wass, 1981). Eine der häufigsten Arten ist *Flustrellidra hispida*, die vorwiegend im unteren und mittleren Eulittoral die Alge *Fucus serratus* besiedelt (Ryland, 1959).

Im Freiland kann man beobachten, dass *Flustrellidra hispida* hauptsächlich an Algen zu finden ist, die an gering exponierten Standorten wachsen (O'Connor et al, 1980). Außerdem lässt sich anhand von Beobachtungen eine Präferenz für die unteren Bereiche des Algenthallus vermuten. Die Larven von *Flustrellidra hispida* sind lecitotroph und müssen sich nach spätestens zwei Tagen auf einem geeigneten Substrat niederlassen (Seed & Hughes, 1992). Das beobachtete Verteilungsmuster kann mit unterschiedlichen Modellen erklärt werden. Die Ansiedlung der Larven an *F. serratus* könnte zufällig erfolgen und die Beobachtung, dass ältere Kolonien bevorzugt die unteren Pflanzenteile besiedeln, könnte auf unterschiedliche Mortalitätsraten an den verschiedenen Pflanzenteilen zurückzuführen sein. Da die distalen Pflanzent-

eile aufgrund des dort stärkeren Einflusses der Wellenbewegung ein instabileres Habitat darstellen, würde dieses Modell zu der Beobachtung passen, dass an exponierten Standorten *F. hispida* kaum gefunden wird. Ein konkurrierendes Modell zur Erklärung des Besiedlungsmusters könnte aus der Beobachtung abgeleitet werden, dass Bryozoenlarven generell in der Lage sind zwischen verschiedenen Substraten zu unterscheiden (Ryland 1959). Um zwischen diesen unterschiedlichen Modellen unterscheiden zu können, sind Laborexperimente mit Larven geeignet, denn die Modelle führen zu unterschiedlichen Hypothesen. Nach Modell 1 kann man eine zufällige Besiedelung durch Larven von *F. hispida* erwarten, wenn in einem Experiment verschiedene Pflanzenteile von *F. serratus* angeboten werden während nach Modell 2 eine ungleiche Verteilung zu erwarten ist. Um also die beobachteten Besiedlungsmuster im Freiland zu verstehen, untersuchten wir in Laborexperimenten, ob die Larven von *F. hispida* bei ihrer Standortwahl eine Präferenz für bestimmte Algenteile aufweisen.

Material und Methoden

Im Zeitraum vom 27.03.06 bis zum 05.04.06 führen wir unsere Versuche durch. Die Freilandbeobachtungen wurden am südlichen Felswatt von Le Cabellou gemacht und die Laborversuche in der „Station de Biologie marine“ in Concarneau.

Für die Bestimmung der Populationsdichten wurden Algen der Art *Fucus serratus* zwischen 55 und 65 cm Länge gesammelt, um sicherzustellen, dass die Pflanzen ungefähr das gleiche Alter haben.

Im Felswatt von Le Cabellou wurde ein zehn Meter langer Felsriegel des unteren Eulitorals abgesteckt. Jeweils 20 Algen der Art *Fucus serratus* wurden auf der dem Meer zugewandten (exponiert) bzw. abgewandten (nicht exponiert) Seite zufällig ausgesucht und gesammelt. Diese wurden im Labor ausgemessen und auf *Flustrellidra hispida* Kolonien untersucht.

Im Anschluss wurden an zwei vergleichbaren, gering exponierten Standorten 19 *Fucus serratus* Algen gleicher Größe gesammelt, die von *Flustrellidra hispida* besiedelt waren. Diese wurden ausgemessen und die minimale und die maximale Besiedlungshöhe festgehalten. Die minimale Besiedlungshöhe war der Abstand zwischen dem Rhizom und der ersten Kolonie, die maximale der Abstand zwischen Rhizom und der obersten Kolo-

nie. Dieser Versuch wurde an zwei verschiedenen Standorten durchgeführt.

Um eine Besiedlungspräferenz an der Alge durch die Flustrellidralarve zu analysieren, wurde die Alge in drei Abschnitte eingeteilt (Abb.1). Diese Abschnitte entsprechen weitgehend Pflanzenteilen deutlich unterschiedlicher Morphologie: I – Rhizoid bis Thallusbeginn, II – mittlerer Thallus, III – oberer Thallus mit Fortpflanzungsorganen (s. Abb. 1).

Die Anzahl von Kolonien von *F. hispida* in den unterschiedlichen Abschnitten wurde gezählt.

In einem Laborexperiment wurden sechs junge *Fucus serratus* Algen (ca. 15 cm) wurden in einer oben abgeschnittenen 0,5 l Plastik Flasche fixiert. Die Flaschen wurden mit Meerwasser aufgefüllt, bis die Pflanzen bedeckt waren. Um die Besiedlungspräferenzen festzustellen, wurde in jedes Gefäß eine unterschiedliche Anzahl von Larven von *F. hispida* gegeben, so dass die Konzentration der Larven in den Versuchscontainern weitgehend konstant bei etwa einer Larve pro 15 ml lag (siehe Tabelle 1).

Nach 25 Stunden wurde der Versuch ausgewertet, indem mit Hilfe eines Binokulars festgestellt wurde wie viele Larven sich an welcher Stelle auf dem *Fucus serratus* ansiedelten.

In einem weiteren Versuch wurden drei Reagenzgläser mit einem Volumen von 50 ml mit einem jungen, unbesiedelten Individuum von *Fucus serratus* versehen (Länge ca. 10-15 cm) und mit Meerwasser aufgefüllt. In jedes Reagenzglas wurden 28 Larven gegeben. Nach 25 Stunden wurden die angesiedelten Larven ausgezählt.

Um die Besiedlungspräferenz im Bezug auf die unterschiedlichen Pflanzenabschnitte zu testen, wurden in einem weiteren Versuch 3 Petrischalen (Durchmesser 8 cm) mit jeweils einem Stück Rhizoid mit Stiel (3*1 cm), Thallusmitte (3*1,5 cm) und Thallusspitze (3*1,5 cm) versehen. In diese Petrischalen wurden 42ml Meerwasser gefüllt und je 13 Larven hinzugegeben. Wieder wurde nach 25 Stunden der Versuch ausgewertet und die Anzahl der Larven aufgenommen, die sich auf dem jeweiligen Algenabschnitt niederließen, noch im Wasser schwammen oder sich auf der Petrischale angesiedelt hatten. Dieser Versuch wurde mit kleinerem

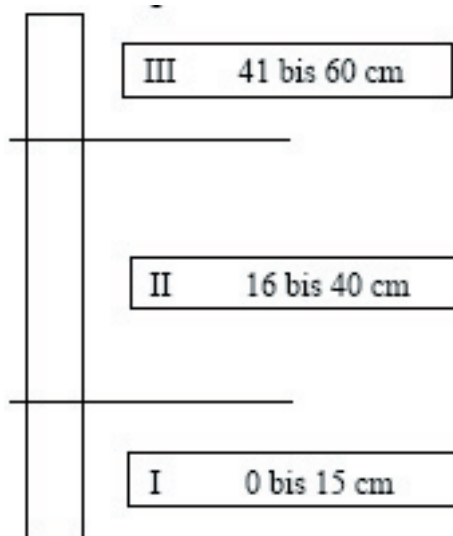


Abb. 1: Schema zur Einteilung des Algenkörpers mit Angabe der mittleren Länge der einzelnen Abschnitte

Tabelle 1 Versuchsansatz Siedlungspräferenz bei *Flustrellidra* Larven

Versuchsansatz	Menge H ₂ O [ml]	Larven
1	400	26
2	450	30
3	400	26
4	300	20
5	350	23
6	400	26

Volumen (10ml) und kleineren Algenstücken (1*1 cm) einmal wiederholt.

Zur statistischen Auswertung wurde der χ^2 -Test

benutzt (Zupanc 1988).

Die Larven für die Laborversuche wurden mit Hilfe eines Planktonnetzes herausgefiltert oder direkt von Kolonien von *F. hispida* herauspräpariert.

Ergebnisse

Beim Vergleich der Pflanzen des exponierten und eines nicht exponierten Standortes stellte sich heraus, dass Kolonien von *Flustrellidra hispida* häufiger bei Pflanzen des nicht exponierten Standortes vorkommen. Hier konnte bei 80% der untersuchten *F. serratus* Individuen eine Besiedlung durch *F. hispida* festgestellt werden. Dagegen waren 13% vom exponierten Standort gesammelten Individuen von *F. hispida* Kolonien besetzt (s. Abb. 2).

F. hispida besiedelte die unteren Abschnitte von *F. serratus* deutlich häufiger als die obersten. Während im proximalen Abschnitt Kolonien auf 35 von 37 Algen vorkamen, waren es im mittleren Abschnitt 28 von 37 Algen und im distalen Abschnitt 3 von 37 Algen, die Kolonien aufwiesen. Die Unterschiede in der Besiedlungsdichte sowohl von proximalem als auch von mittlerem Algenabschnitt zum distalen Abschnitt waren signifikant ($n=37$;

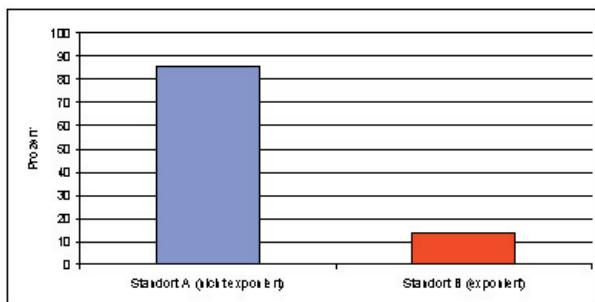


Abb.2: Darstellung der Besiedlung von *Flustrellidra hispida* an *Fucus serratus* an zwei unterschiedlich exponierten Standorten. Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtanzahl der Algen, auf denen *F. hispida* gefunden wurde.

$p<0,01$; χ^2 -Test, siehe Tabelle 2). Dagegen war der Unterschied zwischen den beiden unteren Abschnitten nicht signifikant.

Im Labor siedelte sich bei fünf von sechs Besiedlungsversuchen jeweils eine Larve auf *F. serratus* an. Dabei hatten sich eine auf dem proximalen, zwei auf dem mittleren und zwei auf dem distalen Abschnitt der jeweiligen Alge niedergelassen. Der Großteil der Larven (147 von 151) befand sich nach Ablauf von 25 Stunden noch frei im Wasser.

Bei Auswertung des zweiten Versuches bei dem das Volumen der Gefäße maßgeblich minimiert worden war, konnte nur bei einer von vier Algen eine Besiedlung festgestellt werden. Hier hatte sich eine Larve im oberen Abschnitt festgesetzt, die restlichen 112 Larven waren freischwimmend oder tot.

Beim Versuch eine Strukturpräferenz von *F. hispida* Larven festzustellen, siedelten sich 5 von 24 Larven am Algenkörper an. Vier von fünf der sich ansiedelnden Larven hatten sich im oberen Thallusabschnitt festgesetzt, während eine sich im mittleren Abschnitt angesiedelt hatte.

Bietet man Larven von *F. hispida* verschiedene Abschnitte von jungen *F. serratus*-Algen als mögliches Siedlungssubstrat an, so haben sie keine Präferenz für die proximalen Pflanzenteile. In entsprechenden Laborexperimenten siedeln vielmehr 80% ($n=5$) der beobachteten Larven auf den distalen Abschnitten von *F. serratus*. Eine Larve (20%; $n=5$) konnte auf einem mittleren Thallusteilstück wiedergefunden werden.

Tabelle 2 χ^2 Test ($p=0,01$) – Vergleich von Siedlungpräferenz

	Vergleich 1-2	Vergleich 1-3	Vergleich 2-3
Standort A	$\chi^2 = 3,84$	$\chi^2 = 48,79$	$\chi^2 = 29,13$
Standort B	$\chi^2 = 6,58$	-	$\chi^2 = 18,66$

Diskussion

Flustrellidra hispida zeigt eine auffällige Verteilung im Felswatt. An wenig exponierten Standorten findet man Kolonien von *F. hispida* vorzugsweise an den unteren und mittleren Abschnitten von *Fucus serratus*. Das eindeutige Ergebnis des Standortvergleiches bestätigt die Annahme, dass *Fucus serratus* Gemeinschaften an exponierten Standorten im unteren Eulittoral für Organismen der Art *Flustrellidra hispida* ein weniger attraktives Habitat darstellen.

Bei den Laborversuchen wurde festgestellt, dass Larven alle Bereiche der Alge besiedeln. Dies widerspricht der Aussage von Ryland (1959). In seinem Paper beschreibt er, eine Präferenz der Larven für die unteren Bereiche.

Offensichtlich zeigen die Larven von *Flustrellidra hispida* eine zufällige Verteilung beim Ansiedeln auf der Alge. Diese Folgerung ergibt sich durch unsere Laborversuche mit Larven von *F. hispida*. Bei der Beobachtung, dass *F. hispida* im Freiland ein anderes Verteilungsmuster zeigt, können mehrere Faktoren eine Rolle spielen. Algen an exponierten Standorte sind generell einer stärkeren Strömung durch Wellenschlag ausgesetzt. Die erhöhte Instabilität der Algen könnte ein limitierender Faktor bei der Besiedelung durch Larven oder für das Wachstum der Kolonie darstellen.

Larven werden hier vermutlich leichter weggespült oder ganze besiedelte Pflanz-

abschnitte abgerissen, so dass weniger Larven für eine Neubesiedlung zur Verfügung stehen. Möglicherweise werden freigesetzte Larven auch durch den heftigen Wellenschlag in Richtung Land getrieben und verfangen sich dort in den dichten *Fucus*wäldern der geschützten Standorte. Der zweite Freilandversuch untermauert diese Vermutungen. Dabei dient die Tatsache, dass Kolonien *F. hispida* in geschützten Habitaten eher in den unteren Algenabschnitten gefunden wurden, als weiterer Indikator für Strömungsempfindlichkeit. Die geringen Differenzen in der Besiedlungshöhe auf Algen der beiden Standorte kann damit erklärt werden, dass Standort B von hohen Felsen umgeben war, und so einen noch ruhigeren Lebensraum darstellt. Möglich ist demzufolge eine starke Abhängigkeit zwischen Besiedlungspräferenz und Habitatbedingungen. Da Flustrellidralarven aktiv ein geeignetes Substrat aufsuchen sollen, (Ryland, 1959) vermuten wir, dass die Larven in verschiedenen Lebensräumen anhand von Strukturunterschieden der Thallusoberfläche eine geeignete Besiedlungsfläche erkennen können. Ein solches Verhalten konnte in den Laborversuchen jedoch nicht nachgewiesen werden.

Im Ausblick auf spätere Versuche würden wir Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe empfehlen.

Literatur

- O'Connor, R.J., Seed, R. & Boaden, P.J.S. (1980): Resource space partitioning by the Bryozoa of a *Fucus serratus* L. community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 45 : 117-137.
- Ryland, J. S. (1959): Experiments on the selection of algal substrates by polyzoan larvae. *Journal of experimental biology*, 39: 613-630.
- Seed, R. & Hughes, R. N. (1992): Reproductive strategies of epiagal bryozoans. *Invertebral Reproduction and Development*, 22: 291-300.
- Vail, L.L. & Wass, R.E. (1981): Experimental studies on the settlement and growth of Bryozoa in the natural environment. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 32 : 639-656
- Zupanc, Günther K. H. (1988): Pareys Studentexte: Praktische Verhaltensbiologie, Verlag Paul Parey.

Homing behavior and locality preferences in patellid and trochid gastropods

Liebertz, Frauke; sputnix80@web.de
Kaijklina, Katja; katja_mk@hotmail.com
Seiffert, Franz; franzseiffert@gmx.net

Abstract

In the present study we examined the homing behavior, distribution and locality-preferences of two groups of Gastropods; Patellidae and Trochidae, in the Eulittoral of the rocky shore at Le Cabellou, Brittany/France. By daily counting of marked individuals during low tide in a period of three days we documented significant locality constancy for individuals of both groups. In two other tests a preference and an active movement to crevices were observed in Trochidae but not in Patellidae.

Einleitung

Bei Beobachtungen im Eulitoral an der bretonischen Atlantikküste, am „Cabellou plage“ in Concarneau fallen verschiedene Verteilungsmuster der das gesamte Eulitoral besiedelnden Gastropoden auf (Grothe & Hepper, 2003). Die Gastropoden im Eulitoral haben einen für uns kaum wahrnehmbaren Standortwechsel während der Ebbezeit und ihr Verhalten während der Flut ist schwer zu untersuchen. Auf Grund von Untersuchungsergebnissen zur Standorttreue der Gastropoda (Briesemeister et al.,

2004) entstand die Frage nach Standorttreue der Vertreter von Patellidae und Trochidae. Anhand von Markierungsversuchen untersuchten wir diese Fragestellung. Weiterführend nahmen wir die prozentuale Verteilung an exponierten und geschützten Flächen der vorkommenden Patellidae und Trochidae auf. Anschließend untersuchten wir die Bewegungsmuster der Trochidae um das von uns vermutete aktive Aufsuchen bestimmter Bereiche des Felswatts zu überprüfen.

Material und Methoden

Die Untersuchung wurde vom 31.3.-2.4.2006 durchgeführt. Zur Überprüfung der Standorttreue wurden entlang einer zum Meer gerichteten Linie im Felswatt von Le Cabellou (Bretagne, Frankreich) von etwa zehn Metern Länge zehn verschiedene Flächenquadrate der Größe 2500 cm² ausgewählt und markiert. Alle untersuchten Flächen enthielten jeweils eine Spalte. Sie unterschieden sich in bestimmten Faktoren wie Algenbewuchs und Höhenniveau im Eulitoral. Alle innerhalb dieser Flächenquadrate vorkommenden Individuen der Taxa Trochidae und Patellidae wurden mittels Nagellack markiert und die Anzahl der markierten Tiere an drei aufeinander folgenden Tagen (31.3.-2.4.2006) während der Ebbe ausgezählt. In Felsspalten und auf exponierten Flächen vorkommende Tiere wurden dabei unterschiedlich markiert, um Bewegungen zwischen beiden Teilen eines Flächenquadrats erfassen zu können.

Um zu prüfen, ob die Taxa Trochidae und Patellidae in signifikant höherer Anzahl in Spalten vorkommen, wurden 25 Flächenquadrate mit der Fläche (21x 30 cm) untersucht. Dazu wurden im Felswatt von Le Cabellou zwölf Quadrate mit und 13 Quadrate ohne Felsspalte zufällig ausgewählt. Innerhalb einer Stunde bei Ebbe wurden die in den Flächen vorgefundenen Individuen ausgezählt.

Zur Überprüfung der gerichteten Bewegung auf Spalten zu wurden 38 Individuen des Taxons Trochidae (vorwiegend Monodonta spec.) auf Felsen und Felsspalten der mittleren und unteren Eulitorals in Le Cabellou gesammelt und jeweils im Abstand von 5 cm entlang von drei Felsspalten (10, 13 bzw. 15 Individuen entlang einer Spalte) ausgesetzt. Während einer Versuchsdauer von zwei Stunden wurden die Bewegungsaktivitäten der Tiere im Abstand von 20 min aufgezeichnet. Dazu wurde die zurückgelegte Strecke gemessen und fotografiert.. Nach Ablauf

der Versuchszeit wurde die Position der Tiere photographisch dokumentiert.

Gleichzeitig wurde ein Kontrollversuch durchgeführt: in zwei Felsspalten wurden jeweils zehn Tiere ausgesetzt, deren Bewegungsaktivitäten ebenfalls dokumentiert wurden.

Anschließend wurde der prozentuale Anteil der Tiere errechnet, die sich nach Versuchsende in den Felsspalten befanden, wobei die Spaltenfläche als das Produkt der Spaltenlänge mit der zweifachen

Schalenbreite des größten Individuums definiert wurde. Aus den errechneten Angaben wurde der Mittelwert mit Standardabweichung aus der gesamten Stichprobe errechnet.

Anschließend wurde der Unterschied zwischen den ermittelten Daten und den theoretischen Erwartungswerten für die zufällige (von jeglichen Faktoren unabhängige) Verteilung der Tiere mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests auf seine Signifikanz hin untersucht.

Ergebnisse

Der Versuch zur Standorttreueüberprüfung ergab folgendes: Patelliden finden sich mit durchschnittlich 81% (mit einer Standardabweichung von 18%) der Individuen nach einer Flutperiode wieder am selben Ort in der Felsspalte. Nach einem Tag wurden sieben auf exponierter Fläche markierte Individuen der Patellidae in Felsspalten wieder gefunden, hingegen kein in Felsspalten markiertes Individuum auf exponierter Fläche.

Die Anzahl wiedergefundener Trochidae betrug im Mittelwert 65% bei einer Standardabweichung von 26%. Die Anzahl der Individuen, die von exponierten Flächen in Felsspalten gelangten lag bei den Trochidae nach einem Tag bei elf. Nur ein einziges Tier

wanderte während dieser Zeit aus Felsspalten auf exponierte Flächen hinaus.

Es wurde bezüglich der Trochidae ein erhöhtes Vorkommen in Felsspalten gegenüber den exponierten Flächen beobachtet, Patellidae wurden in grösserer Anzahl auf exponierten Flächen gefunden.

Vier Individuen der Trochidae und 18 Individuen der Patellidae wurden nach einem Tag ausserhalb der Flächenquadrate wiedergefunden.

Individuen der Trochidae kamen signifikant häufiger auf Flächen mit Felsspalten vor als auf solchen ohne Felsspalten (U-Test, $p < 0,05$). Bezüglich der Patellidae lag kein signifikanter Unterschied der Individuendichte (Anzahl der Tiere / m^2) zwischen Flächen mit und Flächen ohne Felsspalte vor (Abb.1).

Nach Beenden des Versuches zur Überprüfung der gerichteten Bewegung befanden sich 62 %, 73 % bzw. 60 % (s. Tabelle 1) der ursprünglich entlang der Spalten ausgesetzten Tiere in den Spalten. Der ermittelte Mittelwert betrug 65 % mit Standardabweichung von 1,7 %. Der Unterschied der Verteilungswerte mit Erwartungswerten für eine zufällige Verteilung der Tiere wurde mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests als signifikant

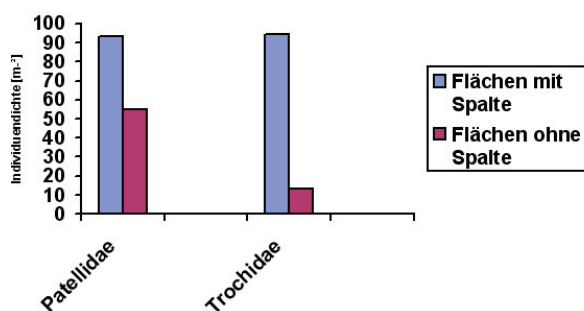


Abb. 1: Individuendichte der Trochidae und der Patellidae im Felswatt auf Flächen mit und ohne Felsspalten.

Tab.1: Bewegungsaktivitäten von Trochidaen im Felswatt von Le Cabellou

Spalte	Anzahl der Tiere	Tiere in Spalten	Tiere auf exponierter Fläche	Relativer Anteil der Tiere in Spalte
1	13	8	5	62 %
2	15	11	4	73 %
3	10	6	4	60 %
	13	8	4,3	Mittelwert: 65% $\sigma=2\%$

Diskussion

65% bzw. 81% der Versuchstiere befanden sich nach Testende noch in den untersuchten Flächen. Wir können also von einer Standorttreue ausgehen.

Für Trochidae konnte eine höhere Individuendichte in Bereichen mit Felsspalten nachgewiesen werden, für Patellidae konnte kein signifikanter Unterschied bestätigt werden. Es wurde aber beobachtet, dass in größeren, nicht genauer untersuchten Felsspalten deutlich mehr Individuen der Patellidae vorkommen als in den Untersuchungsgebieten. Dies ist möglicherweise ein Hinweis darauf, dass beide Gastropodentaxa in den Spalten Schutz finden, der begrenzende Faktor für

eine aktive Bewegung in diese aber die Spaltbreite ist.

Unseren Versuchsergebnissen zufolge findet bei Vertretern der Trochidae eine aktive Richtungsauswahl auf Spalten zu statt. Dies bestätigt ihre Präferenz der Spalten gegenüber exponierten Flächen. Ein möglicher Grund dafür ist der Schutz in den Felsspalten gegenüber Prädatoren wie z.B. Möwen oder vor negativen abiotischen Faktoren wie Sonne und Wasserströmung (Raffaelli, Hughes, 1978). Diese Überlegungen bieten Möglichkeiten für eine Entwicklung weiterer Fragestellungen bieten kann.

Literatur

Biesemeister, D. et al. (2004) *Nucella lapillus* ist arealtreu

Grothe J., Hepper A.J. (2003) Zonierung der Gastropoden *Gibbula umbilicalis* und *Monodonta lineata* im Eulitoral des Felswattes von Le Cabellou (Bretagne)

Hughes, R.N., Raffaelli, D.G. (1978) The effects of crevice size and availability on populations of *Littorina rudis* and *Littorina neritoides*. *Journal of animal ecology*, Bd 47, 71-83

Zupanc Gunther K.H (1988) , Praktische Verhaltensbiologie. Verlag Paul Parey Berlin, Hamburg

Abiotic factors influencing the orientation behavior of *Monodonta lineata*

Däblitz, Almute; anika.bruening@web.de
Stahl, Tina; evita5700@yahoo.de

Abstract

In this study we investigated important abiotic factors that may help *Monodonta lineata* to orient itself in its natural environment, for example to get into crevices during low tide. To examine these factors, we designed four biological tests with sea-snails collected at the Plage du Cabellou (Atlantic Ocean). Within these tests we found out, that *Monodonta lineata* prefers shady places, that the activity-phases of this species is possibly correlated with the tidal cycle and that their movement is not directional towards the open sea.

Einleitung

Bei Freilandbeobachtungen im Felswatt von Le Cabellou/Concarneau fiel auf, dass während der Ebbeperiode *Monodonta lineata* hauptsächlich in Felsspalten zu finden ist. Da sie aber Weidegänger sind (Wehner und Gehring, 1990), müssen sie die Spalten aktiv mit Hilfe von einem bzw. mehreren Faktoren, an denen sie sich orientieren, auffinden (-vgl. Liebertz et al. 2006). Um diese Frage des gezielten Aufsuchens von Standorten an der Küste zu klären, wurden in der vorliegenden Untersuchung folgende abiotische Faktoren, die *Monodonta lineata* möglicherweise die Orientierung erleichtern, analysiert: Schatten, Strömung, Gezeiten und Himmelsrichtung.

Monodonta lineata zieht sich bei von vorne

kommender Strömung in ihr Gehäuse zurück und bewegt sich aus der Strömung raus, dass sich die Öffnung auf der strömungsabgewandeten Seite befindet (eig. Beob.). Wir vermuten, dass *Monodonta lineata* starke Wasserströmung meidet (Hypothese H2). Das heißt die Schnecken sollten sich im Mittel nicht entgegen der Strömungsrichtung bewegen.

Monodonta lineata zeigt ca. 4 mal in 24 Stunden eine erhöhte Aktivität (eig. Beob.). Aufgrund dessen wurde eine circadiane Abhängigkeit des Aktivitätsmusters von *Monodonta* postuliert, wobei angenommen wurde, dass dieser Aktivitätsrhythmus von den Gezeiten gesteuert wird (Bartholomäus, mündl.)

Material und Methoden

Die vorliegenden Untersuchungen zum Orientierungsverhalten von *Monodonta lineata* wurden Anfang April im Felswatt von Le Cabellou bzw. im Marinarium von Concarneau durchgeführt und gliedern sich in vier Versuche.

1. Schattenversuch:

Petrischalen mit einem Durchmesser von 9cm wurden zur Hälfte mit Edding geschwärzt indem Deckel und Boden von außen bemalt wurden. Die Schalen wurden zufällig ausgerichtet um andere äußere Faktoren (wie z.B. Richtungspräferenzen) auszuschließen und je ein Versuchstier pro Petrischale auf der Trennlinie Hell/Dunkel ausgesetzt (Abb. 1). Die Gehäuseöffnung befand sich ebenfalls auf der

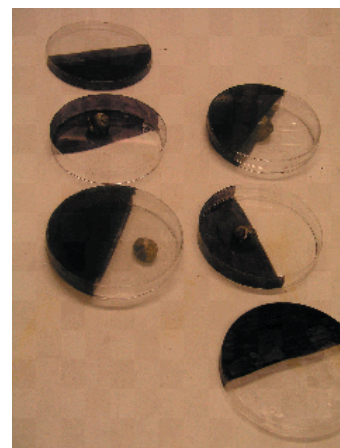


Abb. 1: Versuchsaufbau Schattenversuch mit *Monodonta lineata*

Mittellinie. Der Versuch wurde solange durchgeführt, bis das Tier auf einer der beiden hellen oder dunklen Seiten zur Ruhe gekommen war.

Zwischen den Versuchen wurden die Schalen mit Seewasser ausgespült und ausgewischt um eventuelle Spurpheromone zu vernichten.

2. Strömungsversuch:

Um herauszufinden, wie sich *Monodonta lineata* bei Strömung bewegt, und ob dies Einfluss auf ihre Orientierung hat, wurde *Monodonta lineata* in eine horizontale Rinne gebracht (Abb. 3). Dort platzierten wir sie in der Mitte an einem definierten Punkt, wobei die Gehäuseöffnung entgegen der Strömungsrichtung ausgerichtet war. Nachdem *Monodonta lineata* sich festgesetzt hatte, wurde eine (mittlere) Strömung von $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ über 10 min. hindurch geleitet und anschließend die von der Schnecke zurückgelegte Strecke abgemessen, sowie ihre Bewegungsrichtung notiert.

Als Kontrolle wurde der gleiche Versuch ohne die Einleitung von Wasser durchgeführt.

Versuch und Kontrolle wurden je 15 Mal mit neuen Schnecken wiederholt, wobei die Rinnen vorher mit Seewasser gereinigt wurden.

3. Langzeitversuch – Aktivitätsrhythmus:

Durch zufällige Beobachtungen in Vorversuchen konnten wir feststellen, dass eine hohe Aktivität bei *Monodonta lineata* mit den Gezeiten übereinstimmt. Um diese Beobachtung zu verifizieren wollten wir einen 24 Stunden Aktivitätstest durchführen.

Die Tiere für den Aktivitätsversuch wurden vom Meeresabschnitt am Marinarium, Concarneau samstagsmorgens ca. 1:00 Uhr bei Ebbe gesammelt.

Bis zum Versuchsbeginn wurden die Tiere in einem abgedichteten und mit Meerwasser bedeckten Eimer aufbewahrt. Zu Versuchsbeginn wurden die Tiere in drei quadratische „Arenen“ gesetzt, die aus weiß lackiertem Holz, mit $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ Seitenlänge bestanden, die Himmelsrichtung bestimmt und am Rand der „Arena“ markiert (Abb. 5).

Um direkte Sonneneinstrahlung und Schattenbildung zu verhindern, wurden die Fenster mit Pappe abgeklebt.

Der Versuch begann samstagsmorgens (1.04.2006) um 10:00 Uhr und endete am Sonntag (2.04.2006) um 9:30 Uhr.

Jeweils zehn Tiere wurden in die Mitte der „Arena“ gesetzt. Alle drei Versuche wurden parallel durchgeführt.

Jeweils zur vollen Stunde wurden die Versuchstiere mit Seewasser benetzt um ein Austrocknen zu verhindern. Die Datenaufnahme erfolgte jede halbe Stunde mit einer Verzögerung von ca. einer Minute.

Als Parameter erfassten wir den Aufenthalt in Bezug auf die Himmelsrichtungen, den Aufenthaltsort in der „Arena“, ob eine Aktivität in Form von Bewegung festzustellen war, und ob diese Bewegung gerichtet ist.

Der Aufenthaltsort in der „Arena“ wurde unterteilt in Rand, Ecke und Fläche, wobei die Standorte „Rand“ und „Ecke“ definiert wurden als Aufenthaltsorte innerhalb von bis zu drei Zentimeter vor dem Rand oder der Ecke.

4. Orientierung am Meer:

Um zu überprüfen, ob die Tiere tatsächlich aktiv Richtung Meer gehen wurde folgender Versuch durchgeführt: von drei verschiedenen Strandabschnitten am Felswatt von Le Cabellou, Concarneau (Frankreich) wurden Versuchstiere in getrennten Boxen eingesammelt.

Als Standorte wählten wir einen Oststrand, einen Nordstrand und einen Weststrand, die mit dem Kompass eingemessen und ihre Lage zum Meer aufgenommen wurden. Dabei überprüften wir, ob die Tiere tatsächlich aktiv Richtung Meer gehen.

Im Labor wurden die Tiere in offenen Gefäßen mit Seewasser bis zu Beginn des Versuches aufbewahrt.

Zu Versuchsbeginn wurden die Tiere in drei quadratischen „Arenen“ ausgesetzt, die aus lackiertem Holz, mit $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ Seitenlänge bestanden. Jeweils 40 Tiere wurden in der Mitte der Arena eingesetzt. Um ein vorzeitiges Wandern der Tiere zu verhindern bedeckten wir sie mit einer 14 cm Petrischale. Zur vollen Stunde wurden die Versuchstiere mit Seewasser benetzt um ein Austrocknen zu verhindern.

Als Parameter erfassten wir den Aufenthalt in Bezug auf die Himmelsrichtungen, den Aufenthalt in der Arena (Rand, Ecken, Freifläche), ob eine Aktivität festzustellen war (Bewegung), sowie ob diese Bewegung gerichtet war (in Bezug auf die Himmelsrichtungen). Rohdaten siehe Anhang.

Die Werte wurden über 6h 15 min aufgenommen. In den ersten 1,5h wurde alle 15 min gemessen, da sich jedoch innerhalb von 15 min wenig änderte, wurden danach nur noch jede volle Stunde Werte aufgenommen.

Ergebnisse

In unseren Versuchen beschäftigen wir uns mit ausgewählten abiotischen Faktoren, die der Orientierung von Meeresschnecken dienen können.

So überprüfen wir Hell-Dunkel-Präferenzen und wie sich *Monodonta lineata* bei Strömung verhält. Ein 24 h-Aktivitätsprofil soll Aufschluss darüber liefern, ob ein Rhythmusgeber wie z.B. die Gezeiten das Verhalten von *Monodonta* beeinflusst. In unserem letzten Versuch untersuchen wir, ob die Lage zum Meer einen Einfluss auf das Wanderverhalten von *Monodonta lineata* hat.

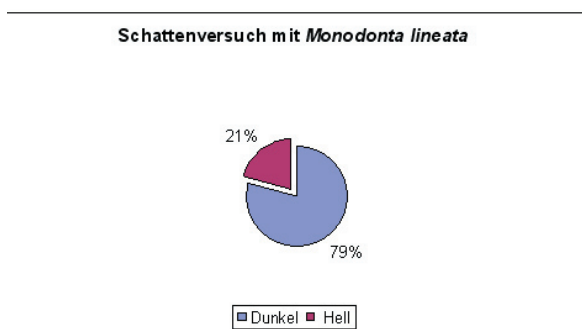


Abb. 2: Ergebnis des Schattenversuchs mit *Monodonta lineata*.

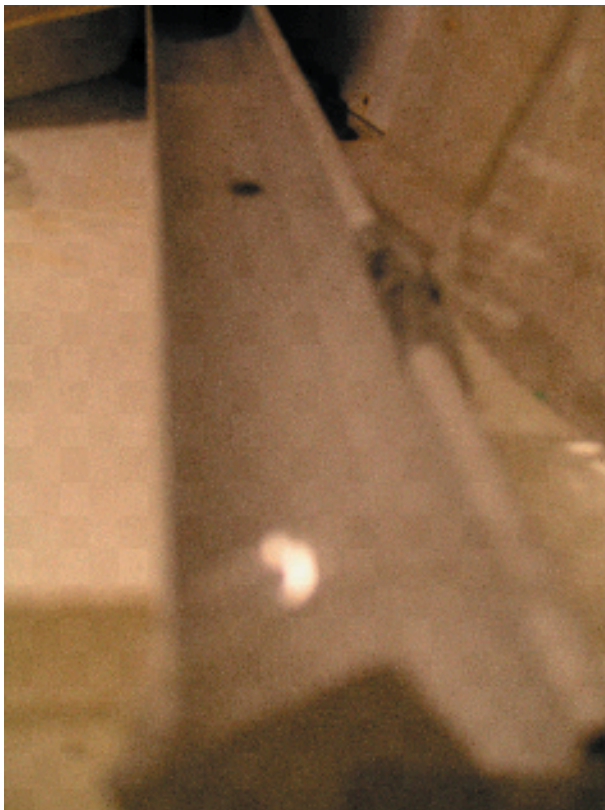


Abb. 3: Versuchsaufbau Strömungsversuch mit *Monodonta lineata*.

1. Schattenversuch:

In unserem Schattenversuch wird den Versuchstieren eine zur Hälfte verdunkelte Platte angeboten, sodass sie die Wahl zwischen Heller und dunkler Seite haben. In unseren Versuchen zeigt sich, dass 61 von 77 untersuchten Individuen die Dunkle Seite bevorzugen. Diese hohe Präferenz kann auch durch einen hochsignifikanten Chi-Quadrat-Test untermauert werden (Abb. 2).

2. Strömungsversuch:

In Strömungsexperimenten mit einer einheitlichen Strömung von 6lmin⁻¹ werden die Versuchstiere an definierten Punkten abgesetzt. Bei diesem Versuch beobachten wir, welchen Einfluss die Strömung auf ihre Wanderungsrichtung ausübt. So können wir bei jeweils 40% der Kontrolltiere und den der Strömung ausgesetzten Tieren eine Bewegung in Strömungsrichtung feststellen. Von den Kontrolltieren bewegen sich 53% entgegen der (potentiellen) Strömung während die Tiere im Wasserstrom nur zu 8% gegen die Strömung wandern. Knapp die Hälfte der Versuchstiere im Wasserstrom

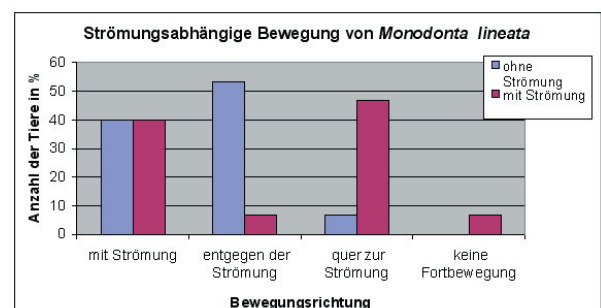


Abb. 4: Strömungsabhängige Bewegung von *Monodonta lineata*.

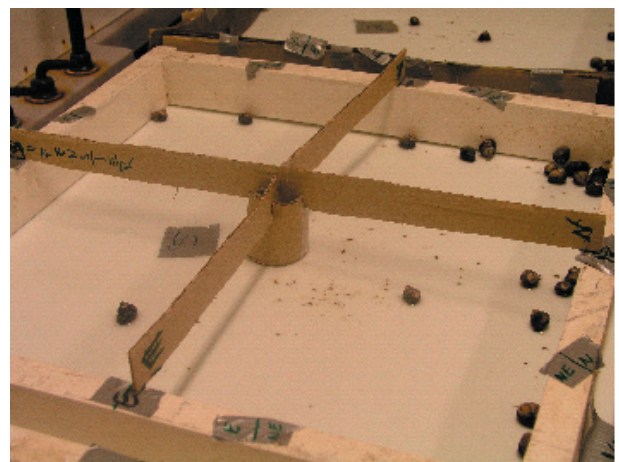


Abb. 5: Versuchsaufbau Langzeitversuch mit *Monodonta lineata*.



Abb. 6: Aktivität von *Monodonta lineata*.

verlassen die Rinne und entkommen so der Strömung. Bei den Kontrolltieren verlassen nur 8% die Rinne (Abb. 4).

Ein signifikanter Unterschied kann nicht festgestellt werden.

3. Aktivitätsrhythmus:

Monodonta lineata zeigt im Laborversuch über 24h eine geringe Aktivität. Morgens jedoch ist die Aktivität am höchsten. Im Verlauf

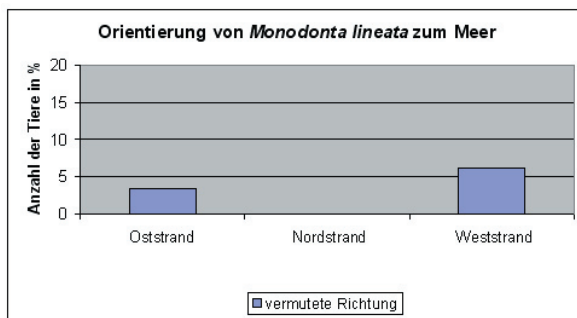


Abb. 7: VOrientierung von *Monodonta lineata* zum Meer.

Diskussion

1. Schattenversuch:

Im Felswatt von Cabellou machen wir die Beobachtung, dass *Monodonta lineata* vorwiegend in Felsspalten anzutreffen ist, und stellen uns die Frage, ob unterschiedliche Lichtverhältnisse einen Einfluss auf die Wanderungsrichtung haben, da optische Reize

des Tages ergeben sich schwächere Aktivitätspeaks. Die höchsten Peaks sind in einem Abstand von sechs Stunden zu verzeichnen. An unserem Versuchstag war das um 13.00 Uhr und 18:30 Uhr der Fall (Abb.6).

4. Orientierung am Meer:

Monodonta lineata zeigt keine eindeutige Präferenz für eine Orientierung zum Meer hin.

So befinden sich zwar 32% der Tiere vom Oststrand im Westen wo für sie das Meer liegt, jedoch befinden sich 30% im Osten und sogar 37% davon im Norden. Tiere aus dem Nordstrand befinden sich nur zu 5% im Süden, wo für sie das Meer liegt, während über 40% im Norden und immerhin 30% der Tiere im Westen anzutreffen sind. Auch bei den Tieren vom Weststrand ist die Anzahl der Tiere in Meeresrichtung (Osten) sehr gering, während sich über 2/3 der Tiere im Norden aufhält (Abb. 7a-c).

bei vielen Tiergruppen eine wichtige Rolle bei der Orientierung spielen. In Anlehnung an diese Fragestellung konstruieren wir den Schattenversuch, bei dem Hell-Dunkel-Präferenzen überprüft werden.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass *Monodonta*

lineata aktiv dunkle Stellen aufsucht. Diese Stellen können z.B. Schutz vor Predatoren oder Strömungen bieten und so einen Überlebensvorteil für Individuen aufweisen, die diese Fähigkeit beherrschen (Raffaelli & Hughes, 1978).

2. Strömungsversuch:

In Vorversuchen können wir beobachten, dass sich *Monodonta lineata* aktiv aus starken Strömungen herausbewegt und beim Nachlassen der Strömung wieder in die Rinne einwandert. In unseren Versuchen können wir ebenfalls erkennen, dass *Monodonta lineata* (Gegen-)Strömung vermeidet. Allerdings ist dieses Ergebnis nicht signifikant.

Ein Grund für dieses Verhalten der Schnecken könnte die Vermeidung von Verdriftung sein.

Zur weiterführenden Untersuchung des Faktors Strömung könnte der durchgeführte Versuch noch verschiedenartig abgewandelt werden, indem z.B. ein Hindernis in das Rohr gelegt wird oder die Reaktion von *Monodonta* auf unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten getestet wird.

3. Aktivitätsrhythmus:

Die Untersuchung zum Aktivitätsrhythmus von *Monodonta lineata* zeigt eine höhere Aktivität der Schnecken zu den Zeiten des größten Tidenhubs, die damit erklärt werden könnte, dass *Monodonta lineata* zu diesen Zeiten Felsspalten aufsucht, um z.B. Schutz zu finden (Raffaelli & Hughes, 1978) oder zum Nahrungserwerb.

4. Orientierung am Meer:

Bei der Orientierung im Gelände richten sich vagile Organismen nach prägnanten

Landmarken. Da *Monodonta lineata* im aquatischen Ökosystem angesiedelt ist, haben wir die Vermutung; dass das Meer eine große Rolle bei der Orientierung spielt und als Fixpunkt dient.

Allerdings lässt sich aus unseren Ergebnissen nicht ableiten, dass die Orientierung von *Monodonta lineata* anhand des Meeres erfolgt, da sich die Versuchstiere aus unterschiedlichen Strandabschnitten jeweils vorwiegend im Norden und Westen aufhalten. Hier könnte in weiteren Versuchen überprüft werden, ob hier charakteristische Merkmale vorliegen.

Eventuell haben andere Faktoren eine größere Auswirkung auf die Präferenz der Wanderungsrichtung.

So konnten Lohmann und Willows (1987; 1991) nachweisen, dass sich die Meereschnecke *Tritonia diomedea* mit Hilfe des magnetischen Erdfeldes orientiert. Auch für *Monodonta lineata* kann diese Art der Orientierung in Frage kommen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich *Monodonta lineata* vorwiegend auf Schatten zubewegt, da in der Natur schattige Felsspalten Schutz bieten. Aus dem selben Grund meiden sie starke Strömungen.

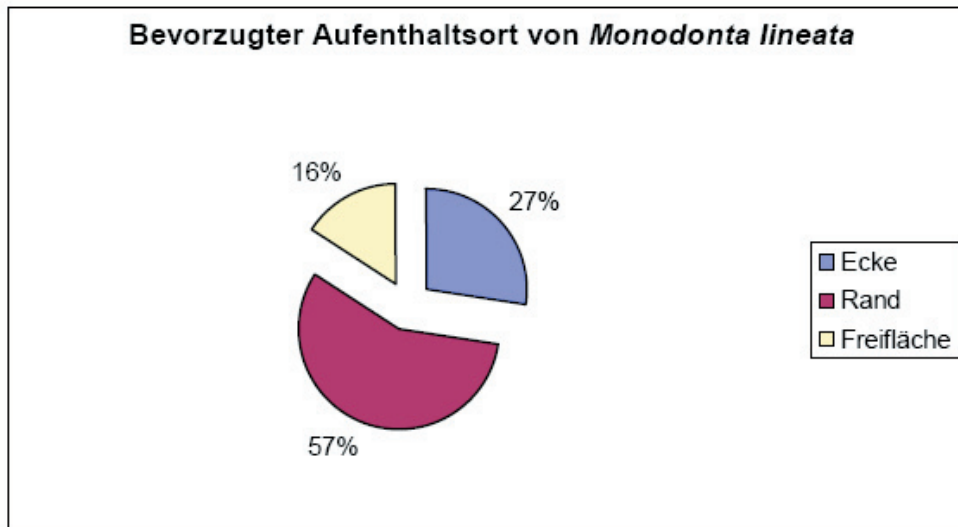
Ein wichtiger Aspekt ist der Aktivitätsrhythmus, der offensichtlich durch eine innere Uhr, gezeitenabhängig gesteuert wird. Weitere Versuche dieses Themenfeld betreffend könnten genauere Aufschlüsse über den genauen zeitlichen Ablauf und den evolutiven Nutzen davon geben.

Literatur

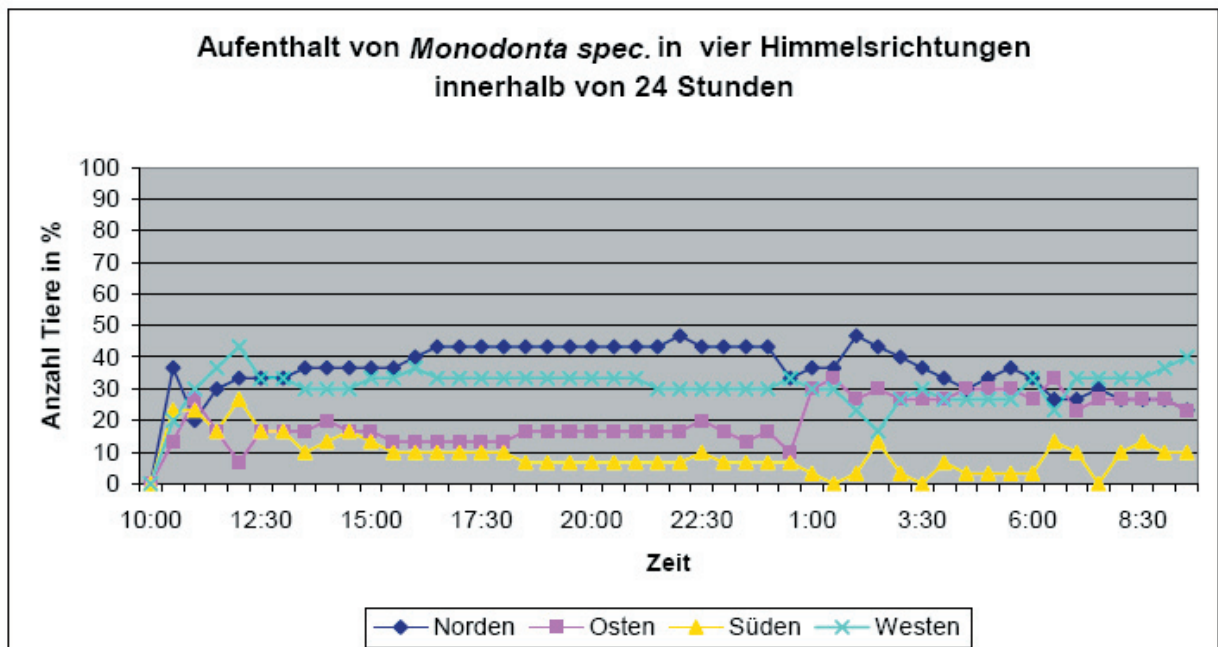
- Campbell, A.C. (1987): Kosmos Strandführer- das lebt im Meer an Europas Küsten. Stuttgart
- Liebertz, F. et al. (2006): Zur Standorttreue und Präferenz von Patellidae und Trochidae. Concarneau
- Lohmann, K.J. Willows, A.O. (1987): Lunar-modulated geomagnetic orientation by a marine mollusk. Science, Vol 235
- Lohmann, K.J. Willows, A.O. (1991): An identifiable molluscan neuron responds to changes in earth-strenght magnetic fields. J. exp. Biol. 161, 1-24
- Raffaelli, D.G. & Hughes, R.N. (1978): The effects of crevice size and availability on populations of *Littorina rudis* and *Littorina neritoides*. Journal of animal ecology 47.71-83.
- Wehner, R. Gehring, W. (1990): Zoologie.22.Auflage.Stuttgart
- Zupanc, G. K. H. [Hrsg.] (1988): Praktische Verhaltensbiologie. Berlin

Anhang:

weitere Ergebnisse:

Aufenthaltsort von *Monodonta lineata*

Die Hypothese *Monodonta lineata* hält sich bevorzugt am Rand (Schutz) auf kann bestätigt werden.

Aufenthalt von *Monodonta spec.* in vier Himmelsrichtungen innerhalb von 24 Stunden

Die Hypothese *Monodonta spec.* hält sich besonders in Richtung des Meeres (Süden) auf, kann nicht bestätigt werden.

The hermit crab *Clibanarius erythropus* actively chooses between shells of different quality

Sachsenröder, Jana; janasachse@yahoo.de
Pechstein, Anne; animula@gmx.de

Abstract

The hermit crab *Clibanarius erythropus* lacks protection of his sensitive pleon and therefore needs robust shells of gastropods to live in and get the possibility of retraction. This function of protection is only warranted in intact shells. In nature there is no oversupply of eligible shells and therefore damaged shells have to be used, too. Two kinds of damage are found in the field, first shells that are reduced convolution which hinders retraction, and second perforated shells, which leave the pleon uncovered. In a test of choice we determined the preference between those kinds of damage. The results show that with shells of *Monodonta lineata* the *C. erythropus* prefers perforated shells, whereas with *Nucella lapillus* the shells with reduced convolution are preferred.

Zusammenfassung

Der Einsiedlerkreb *Clibanarius erythropus* besitzt keinen Schutz des sensiblen Pleons und ist somit auf stabile Gehäuse von Schnecken angewiesen, in denen er wohnt und die den Rückzug bei Gefahren ermöglichen. Diese Schutzfunktion ist allerdings nur bei intakten Gehäusen gewährleistet. Da in der Natur kein Überangebot an in Frage kommenden Gehäusen besteht, müssen auch beschädigte genutzt werden. Diese weisen zumeist zwei Arten der Beschädigung auf, zum einen eine reduzierte Windungsanzahl, die den Rückzug erschwert und zum anderen Löcher im Gehäuse, die das Pleon exponieren. In einem Wahlversuch zwischen Gehäusen mit diesen Beschädigungsarten wurde das Wahlverhalten von *C. erythropus* untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass bei Gehäusen von *Monodonta lineata* die Gehäuse mit Loch und bei Gehäusen von *Nucella lapillus* die Gehäuse mit reduzierter Windungsanzahl bevorzugt werden.

Einleitung

Die zu den decapoden Crustaceen zählenden Einsiedlerkrebse bewohnen fremde leere Schneckengehäuse. Sie besitzen ein gänzlich ungeschütztes Pleon und sind somit zu ihrem Schutz auf die Möglichkeit des völligen Rückzugs in ein möglichst stabiles Gehäuse angewiesen. Am Strand von Le Cabellou bewohnen Felsküsten-Einsiedlerkrebse *Clibanarius erythropus* fünf verschiedene Schneckengehäuse der Arten *Nucella lapillus*, *Hinia reticulata*, *Monodonta lineata*, *Littorina littorea* und *Gibbula umbilicalis*. Dabei stellten Gehäuse von *N. lapillus*, *H. reticulata* und *M. lineata* die Mehrzahl dar.

C. erythropus kommt in ausgedehnten Clustern von wenigen Individuen bis zu schätzungsweise 100 Individuen vor. Diese Cluster befinden sich nahe der Niedrigwasser-Linie (NWL) an den zumeist senkrechten Wänden der trocken gefallen Rockpools im unter-

ren Eulitoral. Die Clusterbildung ist unter anderem auf die Standorttreue *C. erythropus* (Benvenuto, 2003) zurückzuführen.

Unter natürlichen Bedingungen finden sich kaum leere, intakte Gehäuse, dafür aber viele leere beschädigte Gehäuse zu finden sind. Bei den bewohnten Gehäusen dagegen lassen sich wenige beschädigte und überwiegend intakte Gehäuse finden (Mantelatto & Garcia, 2000). Da der Besitz intakter Gehäuse vermutlich einen wichtigen Selektionsvorteil für *C. erythropus* darstellt, untersuchten wir, ob Tiere dieser Art die Qualität von Gehäusen unterscheiden. Dazu gingen wir in zwei Versuchen zum einen der Frage nach, ab welchem Grad der Beschädigung der Gehäuse, die Tiere zum Auszug bewegt werden. In einem dritten Versuch stellten wir Krebse vor die Wahl zwischen Gehäuse mit unterschiedlichen Beschädigungen.

Material und Methoden

Im Zeitraum vom 30.03. bis 03.04.06 wurden Verhaltensstudien zur Umzugsbereitschaft im Zusammenhang mit Gehäusezerstörung mit der Einsiedlerkrebs- Art *Clibanarius erythropus* (Latreille, 1818) durchgeführt. Sämtliche Versuchstiere, die sich in verschiedenen Schneckengehäusen hauptsächlich der Arten *Nucella lapillus*, *Hinia reticulata* und *Monodonta lineata* befanden, wurden in dieser Zeit im Felswatt von Le Cabellou gesammelt und im Laboratoire de Biologie Marine du Concarneau untersucht (Bretagne, Frankreich). Die Bestimmung der Einsiedlerkrebse und der Schneckengehäuse erfolgte nach Hayward & Ryland (1995). Die Auswahl der bearbeiteten Schneckengehäuse erfolgte nicht nach vorkommenden Abundanz, sondern rein nach der Praktikabilität der Gehäuse für unsere Versuche, da in früheren Versuchen keine Gehäusepräferenz für *C. erythropus* nachgewiesen werden konnte (Sieben & Wollenberg; 2003). Die Tiere wurden in Becken mit fließendem Meerwasser gehalten und für die Studien nicht länger als 24 Stunden, nachdem sie gesammelt wurden, eingesetzt.

Experiment 1 - Generelle Umzugsbereitschaft

In einem Versuch wurden 30 Tiere mit intakten Gehäusen mit einer zweiten Gruppe von 30 Tieren mit beschädigten Gehäusen, die alle farbmarkiert wurden, verglichen. Die Gehäuse stammten von Schnecken der Arten *H. reticulata* und *N. lapillus*. Da die Anzahl der Tiere mit beschädigten Gehäusen aus dem Freiland zu gering war (23), wurden bei diesem Versuch noch 7 Tiere verwendet, bei denen die Gehäuse mit einer Zange beschädigt wurden. Die künstlichen Beschädigungen imitierten die natürlich vorkommenden. Nach der Beschädigung wurde den Tieren Zeit (30 Minuten) zur Erholung gelassen, ehe der Versuch begann. Im Versuch

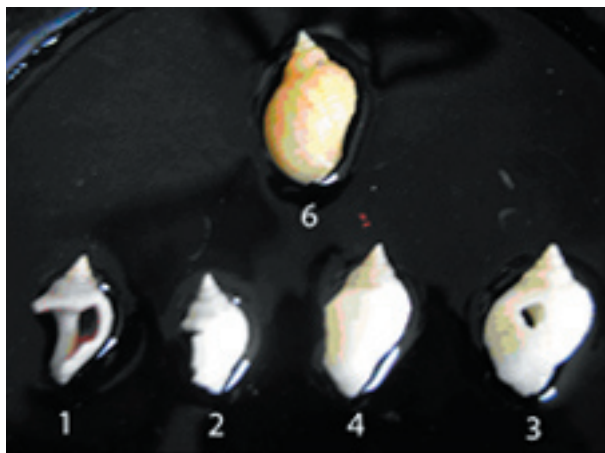


Abb. 2. (rechts) Präferenztest von *Clibanarius erythropus* zwischen je zwei künstlich beschädigten Gehäusen: links Gehäuse mit wenig Windungen sowie rechts ein gleich großes Gehäuse mit allen Windungen, aber großem Loch. A. *Nucella lapillus*- Gehäuse. B. *Monodonta lineata*-Gehäuse.

wurden den Tieren je 60 unbeschädigte Gehäuse verschiedener Arten (*N. lapillus*, *M. lineata*, *H. reticulata*) angeboten. Nach 24 Stunden wurde gezählt, wie viele Tiere umgezogen waren.

Experiment 2 - Perfektionstest

An etwa gleich großen leeren *N. lapillus*- Gehäusen wurden sechs Beschädigungsgrade hervorgerufen (s. Abb. 1), Charakterisierung: 1: 3/4 der äußersten Windung entfernt; 2: 1/2 der äußersten Windung entfernt; 3: 1/4 der äußersten Windung entfernt; 4: 1/4 der äußersten Windung entfernt sowie zusätzliches Loch; 5: Bruchkante an der Öffnung ohne Beeinträchtigung der Anatomie; 6: unbeschädigt.

In fünf Wiederholungen wurde je ein Tier aus seinem ursprünglichen *H. reticulata*- Gehäuse herauspräpariert (durch vorsichtiges Zerschlagen) und bekam je ein *N. lapillus*- Gehäuse des Beschädigungsgrades 1 angeboten. Nach erfolgreichem Einzug bekamen die Tiere nacheinander jeweils ein Gehäuse des nächst höheren Qualitätsgrades angeboten. Die Versuche wurden nach 30 Minuten beendet.

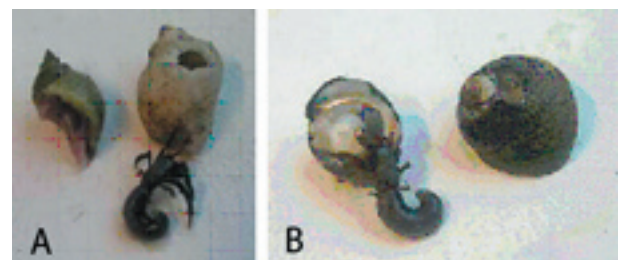
Experiment 3 - Präferenz für Beschädigungsart

Nach oben angegebener Methode aus ihren Gehäusen schonend herauspräparierte Tiere bekamen in einem Wahlversuch ein Gehäuse mit reduzierten Windungen (Grad 3, s. Versuch 2, Abb. 1) sowie ein gleich großes Gehäuse mit allen Windungen, aber großem Loch angeboten, das so platziert wurde, dass das Pleon frei liegt. Dieser Versuch wurde parallel mit *N. lapillus*- oder *M. lineata*- Gehäusen durchgeführt (s. Abb. 2a, 2b).

Nach 60 Minuten wurde die Beobachtung beendet. Nur Tiere, die beide Gehäuse getestet hatten, wurden gewertet.

Abb. 1. (links) Künstliche Beschädigungsgrade an *Nucella lapillus*- Gehäusen.

Zahlen bedeuten: 1 3/4 der äußersten Windung entfernt; 2 1/2 der äußersten Windung entfernt; 3 1/4 der äußersten Windung entfernt sowie zusätzliches Loch; 4 1/4 der äußersten Windung entfernt (5 Bruchkante an der Öffnung nicht dargestellt); 6 unbeschädigt.



Ergebnisse

1. Test der generellen Umzugsbereitschaft

In einem Versuchsansatz wurde die generelle Umzugsbereitschaft von *C. erythropus* in leere intakte Gehäuse untersucht. Dabei wurden sowohl Tieren mit beschädigten als auch unbeschädigten Gehäusen unbeschädigte Gehäuse angeboten.

Sämtliche Krebse (100%; $n=29$) mit beschädigten Gehäusen zogen in die angebotenen unbeschädigten Gehäuse um. Aus den intakten Gehäusen fanden deutlich weniger Umzüge (30%, $n=30$) statt (s. Tab. 1).

Tab. 1: Umzugsaktivität von *C. erythropus* aus je intakten und beschädigten Gehäusen in unbeschädigte Gehäuse

	Absolut	in %
Umzug aus intaktem Gehäuse	9	30
Umzug aus beschädigtem Gehäuse	30	100

2. Können Einsiedlerkrebse die Qualität von Schneckenhäusern beurteilen?

Sämtliche Tiere (100%, $n=5$), die aus ihren Gehäusen präpariert waren, zogen in stark beschädigte Gehäuse (Grad 1, siehe Material und Methoden) ein. Wenn Tiere mit einem qualitativ besseren Gehäuse konfrontiert waren, d. h. wenn für die Tiere die Möglichkeit bestand in eine geringere Beschädigungskategorie zu wechseln, nahmen sie diese Gelegenheit wahr und zogen in das bessere Gehäuse um. Jeweils 100% der Tiere (jeweils $n=5$) wechselten von Kategorie 1 zu 2, von 2 zu 3, weiter aufsteigend bis zum unbeschädigten Gehäuse (Grad 6). Tiere in

einem Gehäuse der Beschädigungskategorie 5, bei denen lediglich der Mündungsrand des besetzten Schneckengehäuses scharfkantig gebrochen war, wechselten zu 80% in vollkommen intakte Gehäuse ($n=5$).

3. Welche Beschädigungsarten präferieren Einsiedlerkrebse eher?

In einem Wahlversuch wurde überprüft ob *C. erythropus* Gehäuse bevorzugt, die Kopf und Vorderende ungeschützt lassen (Gehäuse mit reduzierter Windungszahl) oder solche, in denen das Pleon zum Teil ungeschützt bleibt (Loch im Gehäuse).

Von zwei Schneckenarten (*M. lineata* und *N. lapillus*) wurden jeweils zwei Gehäuse angeboten: eines mit beschädigtem Mündungsbereich, das andere mit Loch im oberen Windungsbereich. Bei den Versuchen mit Gehäusen von *M. lineata* wurden hoch signifikant die Gehäuse mit Loch gegenüber den Gehäusen mit reduzierter Windungszahl bevorzugt ($p<0,01$, χ^2 -Test, $n=10$). Wurden hingegen Gehäuse von *N. lapillus* angeboten, so wurden signifikant die Gehäuse mit reduzierter Windungszahl gegenüber den Gehäusen mit einem Loch im oberen Windungsteil bevorzugt ($p<0,05$, χ^2 -Test, $n=15$) (s. Tab. 2).

Tab. 2: Präferenz der Beschädigungsarten von *C. erythropus*: Loch im Gehäuse gegen reduzierter Windungszahl (Beschädigungsgrad 3, s. Versuch 2).

	Loch im Gehäuse	reduzierte Windungszahl	Signifikanz, p
<i>Nucella</i>	4	11	0,05
<i>Monodonta</i>	7	3	0,01

Diskussion

In den Versuchen zur generellen Umzugsbereitschaft von *Clibanarius erythropus* in unbeschädigte Gehäuse konnte festgestellt werden, dass diese aus beschädigten Gehäusen deutlich größer war als aus intakten (s. Tab. 2). Bei intakten Gehäusen scheint der Umzug nicht zwingend nötig zu sein. Die unerwartet hohe Umzugsrate von 30% aus Gehäusen, die augenscheinlich intakt waren, könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Tiere zu kleine bzw. zu große Gehäuse bewohnten. Dies kann unter anderem daran

liegen, dass sie sich in der Wachstumsperiode befinden oder dass ein Mangel an geeigneten verfügbaren Gehäusen besteht. Der Drang dagegen ein beschädigtes Gehäuse zu verlassen lag bei 100%. Dieses Streben nach möglichst hoher Gehäusequalität konnte in Versuchen zum Umzug bei Gehäusen verschiedener Beschädigungsgrade bestätigt werden. Es gibt offensichtlich keine Grenze des Beschädigungsgrades, ab dem ein Gehäuse gänzlich abgelehnt wird. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass die Tiere

selbst in fast vollständig zerstörte Gehäuse eher einziehen, als komplett ungeschützt zu bleiben,

Umgekehrt konnten wir aber auch keine deutliche untere Grenze des Einflusses des Beschädigungsgrades von angebotenen Gehäusen auf die Umzugsbereitschaft feststellen. Auch aus Häusern, bei denen lediglich der Mündungssaum scharfkantig gebrochen war, wechselte die Mehrzahl der Einsiedlerkrebse in intakte Gehäuse, obwohl die Schutzfunktion nicht offensichtlich verbessert wurde. Da die Bruchkante am Mündungsrand scharfe Ränder aufweist, könnte die Motivation für einen Umzug in einem erhöhten Verletzungsrisiko bedingt sein. Diese Versuchen zeigten insgesamt, dass falls das Angebot da ist, immer ein Umzug in das Gehäuse mit der maximalen Qualität erfolgt, selbst, wenn die Unterschiede in den Gehäusequalitäten gering sind. Dies könnte bedeuten, dass sowohl Energieaufwand als auch Risiko während des Umzuges gegenüber Feinden ungeschützt zu sein, geringer ist, als gemeinhin angenommen wird.

Weiterhin wurde in einem Wahlversuch die Präferenz von *C. erythropus* zwischen Gehäusen mit einem Loch im Bereich des Pleons und reduzierter Windungsanzahl bestimmt, die sich unter den angebotenen präparierten *M. lineata* und *N. lapillus* unterschied (s. Tab. 2). Das platzierte Loch im Gehäuse führt zum Freiliegen des sensiblen Pleons und da es gilt dieses besonders zu schützen,

ist davon auszugehen, dass Gehäuse mit solcher Art Beschädigung gemieden werden. Auf die Sensibilität des Pleons schlossen wir auf Grund unserer Beobachtungen im Labor, dass das Pleon bei jeglicher Reizung eingezogen bzw. aus der Richtung, aus der der Reiz kam, sofort entfernt wurde.

Wird die Windungsanzahl der Gehäuse reduziert, bleibt das Pleon geschützt, aber der Thoraxbereich bleibt unbedeckt. Nach vorne hin können die Scheren allerdings den Schutz erhöhen. Die unterschiedlichen Präferenzen im Wahlversuch bei *M. lineata* und *N. lapillus* lassen sich wahrscheinlich auf die verschiedenen Gehäuseanatomien zurückführen.

M. lineata-Gehäuse wurden trotz des Loches wahrscheinlich deswegen bevorzugt, da hier im hinteren Bereich die Windungen vom Volumen her größer sind. Das Pleon kann mehr an den Rand gedrückt werden und erfährt so einen größeren Schutz als bei *N. lapillus*-Gehäusen, wo die oberen Windungen so eng sind, dass aus Platzmangel das Pleon immer nur direkt unter dem Loch liegen kann. Durch eine Vergrößerung des Loches in *M. lineata*-Gehäusen konnte nicht der Zustand erzeugt werden, dass das Pleon so exponiert liegt wie bei den *N. lapillus*-Gehäusen. Die Ergebnisse mit den *N. lapillus*-Gehäusen zeigen, dass in diesem Fall der Schutz des Pleons vor der Rückzugsmöglichkeit des Vorderendes steht.

Literatur

- Benvenuto, C.; Sartoni, G.; Gherardi, F. (2003). Foraging behaviour of the hermit crab *Clibanarius erythropus* in a Mediterranean shore. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 83(3): 457-461.
- Hayward, P.J. & Ryland, J. S. (1995). *Handbook of the Marine Fauna of North- West Europe*; Oxford University Press
- Mantelatto, F.L.M. & Garcia R.B. (2000). Shell utilization of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from Southern Brazil. *J. of crustacean biology*. 20(3): 406-467.
- Sieben, K. & Wollenberg, I. (2003). Bei der Gehäusewahl des Felsküsten- Einsiedlerkrebse *Clibanarius erythropus* ist die Farbe entscheidend. Protokoll zum Meeresbiologischen Praktikum in Concarneau (Bretagne).

Species richness in rock crevices is negatively correlated with tidal height in the rocky eulittoral

Köppen, Nico; turyan@gmx.de
Weiß, Benni; gottbenni@hotmail.com

Abstract

In the present study, species richness in crevices in the rocky intertidal was compared between crevices situated at different levels of tidal height. Comparable exposed and sheltered horizontal crevices in the sub- and eulittoral zones were opened mechanically. Total number of species found in the frontal and sedimented areas were determined. The result of this investigation demonstrates a decreasing number of species with the increasing distance of the habitats from low water level.

Einleitung

Durch die große Differenz des Meeresspiegels welche bei Ebbe und Flut an der französischen Atlantikküste von Concarneau entsteht, wird ein großer Bereich des Eulittorals frei gelegt. Die Küste von Concarneau stellt ein Felswatt dar, welches durch Granit gebildet wird. Durch die Einwirkung der Tiden sind im Laufe der Zeit Felsspalten entstanden, die eine Zufluchtmöglichkeit für die Organismen des Eulittorals bieten.

Durch Einspülungen während des auf- und ablaufenden Wassers sedimentiert im hinteren Bereich der Felsspalten Sand und Detritus, wodurch ein Sauerstoffgradient entsteht (eig. Vermutung). Dadurch wird der hintere Bereich der Felsspalten unattraktiv für Organismen, die auf eine konstante Sauerstoffversorgung angewiesen sind. Die Spalten im oberen Eulittoral liegen am längsten trocken, während im unterem Eulittoral und Sublittoral viele Felsspalten gar nicht erst trocken fallen.

Während des Niedrigwassers ist daher die Sauerstoffversorgung im oberen Eulittoral besser.

Die Folge wäre, dass die meisten Arten dann weiter oben Schutz suchen. Aufgrund dieser Überlegung stellten wir die Hypothese auf, dass in Richtung Sublittoral die Anzahl der Arten in den Felsspalten abnimmt. So starteten wir eine Untersuchung von Felsspalten im oberen und mittleren Eulittoral, sowie im Sublittoral. Die Spalten wurden von uns aufgebrochen und die sich darin zurückgezogene Makrofauna eingesammelt, bestimmt und ausgewertet.

Für unseren Versuch haben wir die trocken gefallenen Felsspalten im Eulittoral sowie die im Sublittoral untersucht. Dies war durch die Niedrigwassertide im März und April möglich, da in diesem Zeitraum ein Teil des sublittoralen Bereiches ebenfalls frei liegt.

Material und Methoden

Die Untersuchung fand statt in der Zeit vom 31.03 und 01.04 im Felswatt von Le Cabellou an der Südküste der Bretagne in Frankreich.

Material

Zum Aufspalten der Felsen wurden zwei Brecheisen, ein Meißel und ein kleiner Vorschlaghammer verwendet. Das Einsammeln der Organismen erfolgte mit den Händen oder einer Federstahlpinzette. Transportiert wurden die Organismen lebend in angefeuchteten Gefrierbeuteln mit einem Fas-

sungsvermögen von einem Liter. Aufbewahrung der Objekte fand im Nasslabor unter Seewasserzufuhr statt. Jedes Objekt wurde bestimmt und mit einer Sony Cyber-shot DSC-W50 fotografiert. Zum Bestimmen wurde eine Präparierlupe von Zeiss Model Stemi DV4 verwendet.

Habitate

Die Proben wurden tagsüber bei Niedrigwasser in drei verschiedenen Zonen entnommen.

Zone 1: Oberes Eulitoral [oEU]

Zone 2: Unteres Eulitoral [mEU]

Zone 3 : trocken liegendes Sublitoral [S]

In jeder Zone wurden die Spalten von uns in zwei Typen unterschieden.

Exponiert [Ex] (zum Meer offen)

Geschützt [G] (Öffnung zeigt vom Meer weg)

Von diesen Typen wurden in jeder Zone je zwei Spalten untersucht.

Die untersuchten Spalten lagen alle waagrecht und trocken. Die Höhe der Spaltöffnung variierte zwischen 5cm – 10cm. Die Länge des abgesuchten Bereiches der Spalte lag zwischen 30cm – 50 cm. Die Tiefe lag ebenfalls bei 30cm – 50cm. Die Morphologie der untersuchten Spalten differierte sehr

stark, vergleichbar sind allerdings die Öffnung und die vorderen 15-20 cm, sowie der hintere Bereich jeder Spalte, da sich hier eine Zone starker Sedimentation befindet. Deshalb wurden ausschließlich Organismen aus dem vorderen und hinteren Bereich entnommen.

Im sublitoralen und unterem eulitoral Bereich waren die Spalten beiden Typs mit Algen bewachsen (z.B. *Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus*, *Corallina officinalis*) und / oder überhangen.

Die vorderen Bereiche wurden mit Hammer und Meißel abgeschlagen, nachdem aus dem vordern Bereich die Proben entnommen wurde. Der restliche Fels wurde mit den Brecheisen aufgehebelt, so dass das Sediment frei lag und die restlichen Proben entnommen werden konnten.

Ergebnisse

Die Anzahl der Arten nimmt vom Sublitoral mit 27 Arten über das untere Eulitoral mit 21 Arten bis zum oberen Eulitoral mit 15 Arten ab (Abb.1, Tab. 1)

In den exponierten Spalten im Sublitoral finden sich 23 verschiedene Arten wie z.B. *Ophiothrix fragilis*, *Paracentrotus lividus*, *Marthasterias glacialis* und *Asterias rubens*. Dahingegen befinden sich in den geschützten Spalten zwölf Arten, unter Anderem *Golfingia elongata*.

Insgesamt finden sich in den sublitoralen Spalten 27 verschiedene Arten (Abb.1, Tab. 1).

In den exponierten Spalten im unteren Eulitoral befinden sich neun Arten wie beispielsweise *Actinia equina*

Die geschützten Spalten im unteren Eulitoral weisen 16 Arten auf.

In allen untersuchten Spalten im unteren Eulitoral befinden sich 21 Arten (Abb.1, Tab. 1).

In den exponierten Spalten im oberen Eulitoral lassen sich zwölf verschiedene Arten zählen, während sich in den geschützten Spalten im oberen Eulitoral neun Arten wie z.B. *Strigamia maritima* finden.

Insgesamt befinden sich in den oberen eulitoral Spalten 15 verschiedene Arten (Abb. 1, Tab. 1).

Die Folgenden Arten kamen in allen Zonen vor: *Actinia equina*, *Monodonta lineata*, *Littorina littorea* und *Pomatoceros triqueter*.

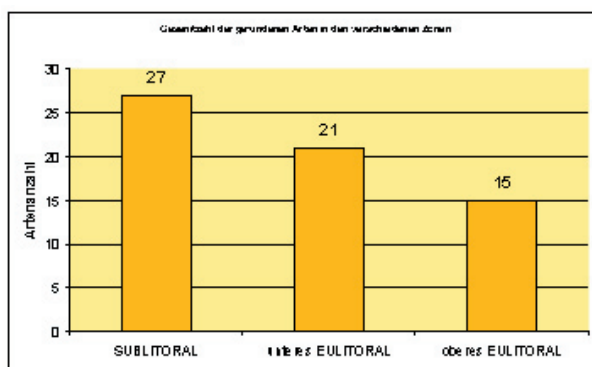


Abb. 1: Gesamtanzahl der Arten.

Diskussion

Die Untersuchung der Diversität von Felspalten im Eulitoral von Le Cabellou zeigt, dass die Anzahl der Arten im Sublitoral am höchsten und im oberen Eulitoral am geringsten ist.

Insofern ist die Annahme, dass die Artenzahl vom Sublitoral zum oberen Eulitoral hin zunimmt, abzulehnen.

Aus diesem Ergebnis ist zu entnehmen, dass die verbesserte Sauerstoffversorgung der Organismen nicht der entscheidende Faktor ist, welcher die Qualität des Standortes ausmacht. Vielmehr müssen weitere

Tabelle 1: Artenliste

Ordnung/Familie	Art	SUBLITORAL	mEULITORAL	oEULITORAL
Sipunculuide	<i>Golfingia elongata</i>			
Echinodermata	<i>Ophiothrix fragilis</i>			
	<i>Paracentrotus lividus</i>			
	<i>Marthasterias glacialis</i>			
	<i>Asterias rubens</i>			
Nemertini	<i>Lineus longissimus</i>			
Cnidaria	<i>Actinia equina</i>			
	<i>Dendrodoa grossularia</i>			
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>			
	<i>Botrylodes leachi</i>			
Chilopoda	<i>Strigamia maritima</i>			
Crustacea	<i>Porcellana platycheles</i>			
	<i>Carcinus maenas</i>			
	<i>Xantho inscisus</i>			
	<i>Necora puber</i>			
	<i>Amphipoda spec.</i>			
	<i>Pilumnus hirtellus</i>			
	<i>Cancer pagurus</i>			
	<i>Clibanarius erythropus</i>			
	<i>Sphaeroma serratum</i>			
	<i>Eriphia Spinnifrons</i>			
	<i>Chtamalus stellatus</i>			
	<i>Semibalanus balanoides</i>			
	<i>Ligia oceanica</i>			
	<i>Monodonta lineata</i>			
	<i>Hinea reticulata</i>			
	<i>Gibbula cineraria</i>			
Gastropoda	<i>Patella coerulea</i>			
	<i>Patella intermedia</i>			
	<i>Annomia ephippium</i>			
	<i>Acanthochitona crinatus</i>			
	<i>Gibbula umbilicalis</i>			
	<i>Patella vulgata</i>			
	<i>Littorina littorea</i>			
	<i>Spirorbis sp</i>			
	<i>Lysidice ninetta</i>			
	<i>Eunice torquata</i>			
Polychaeta	<i>Petaloproctus terricola</i>			
	<i>Pomatoceros triqueter</i>			
	<i>Cirriformia tentaculata</i>			
	<i>Eulalia viridis</i>			
	<i>Terebella gracilis</i>			
	<i>Lepidonotus clava</i>			
	<i>Lepidonotus squamatus</i>			
	<i>Thalassema thalasseum</i>			
	<i>Halichondria panicea</i>			
	<i>Coryphoblennius galerita</i>			
Echiurida	<i>Blennius pholis</i>			
Porifera				
Blenniidae (Osteichthyes)				

Faktoren wie beispielsweise das Nahrungsangebot, die Dauer der Trockenheit und die Temperatur berücksichtigt werden (Hawkins & Jones, 1992, S. 62). Dies lässt sich z.B. aus dem Fund der Echinodermen im Sublitoral ersehen, welche im Eulitoral nicht gefunden wurden (diese Untersuchung). Diese sind im Vergleich zu Crustaceen, welche auch im oberen Eulitoral vorkommen, schlechter gegen Austrocknung geschützt (Stach, mündlich).

Der Einfluss des Nahrungsangebotes ist wichtig, da Arten wie beispielsweise *Golfingia elongata*, nur in den geschützten Spalten im Sublitoral vorkommen. Diese Spalten wiesen den größten Sediment- und Detritusanteil auf, während in den sedimentäreren Spalten im Eulitoral diese Art nicht zu finden ist.

Literatur

- Campbell A. C. (1977) Der Kosmos – Strandführer 1. Auflage. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- Hayward, P.J. & Ryland J.S. (1996) Handbook of the marine fauna of North-West -Europe. Oxford University press 2. Aufl.
- Inglre, R. W. (1983) Shallowwater crabs. Cambridge University press
- Fauchald, K. (1977) The polychaete worms. Natural history museum of Los Angeles county Science serie 28
- Hawkins S.J., Jones H.D. (1992) Rocky Shores. IMMEL publishing, London

Artenliste vom Felswatt am Le Plage de Cabellou & Pouldohan

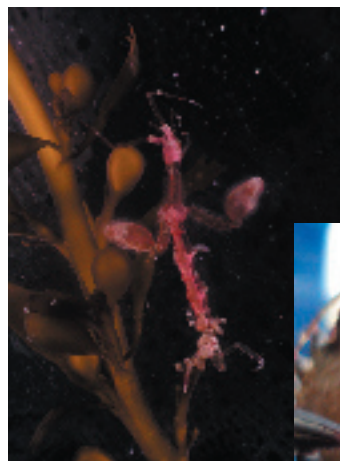
I. Mollusca

- *Helicon pellucidum*
- *Patella vulgata*
- *Patella depressa*
- *Trivia arctica*
- *Trivia monacha*
- *Gibbula umbilicalis*
- *Gibbula cineraria*
- *Nucella lapillus*
- *Littorina obtusata*
- *Monodonta lineata*
- *Aeolidia papillosa*
- *Archidoris pseudoargus*
- *Hinia reticulata*
- *Littorina littoralis*
- *Littorina saxatilis*
- *Littorina neritoides*
- *Calliostoma zizyphinus*
- *Monodonta turbinata*
- *Acanthochiton crinatus*
- *Lepidochitona cinereus*



II. Crustacea

- *Idotea metallica*
- *Idotea granulosa*
- *Clibanarius erythropus*
- *Xantho incisus*
- *Porcellana platycheles*
- *Necora puber*
- *Caprella linearis*
- *Pollicipes pollicipes*
- *Carcinus maenas*
- *Pagurus* sp.
- *Cancer pagurus*



III. Sipunculida

- *Sipunculus nudus*
- *Golfingia* sp.

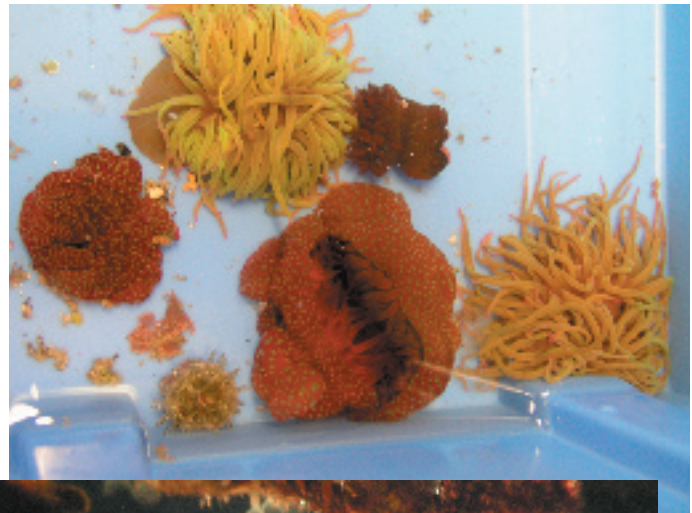


IV. Phoronida

- *Phoronis psammophila*

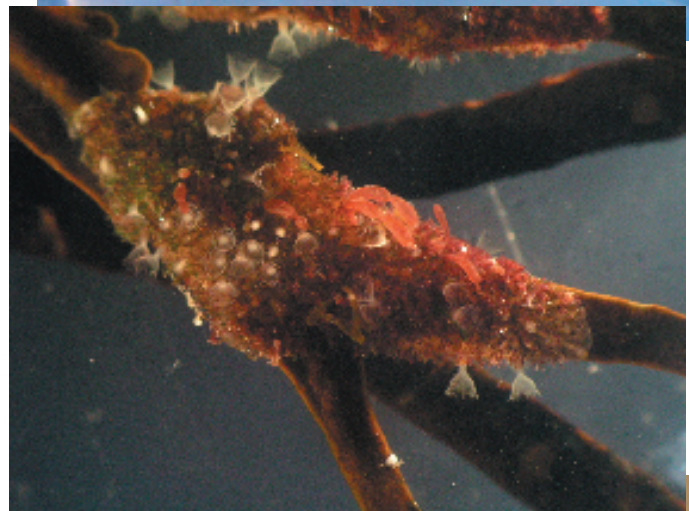
V. Cnidaria

- *Anemonia sulcata*
- *Haliclystus auricula*
- *Actinia equina*
- *Actinia fragacea*
- *Tealia felina*
- *Bunodactis verrucosa*



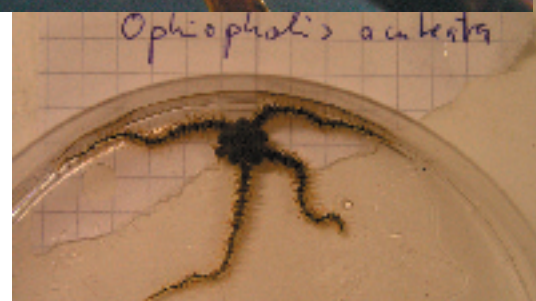
VI. Bryozoa

- *Membranipora membranea*
- *Flustrellidra hispida*
- *Electra pilosa*



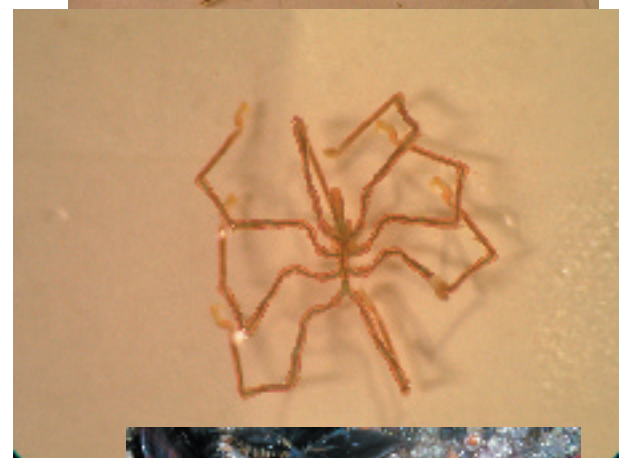
VII. Echinodermata

- *Asterias rubens*
- *Amphipholis squamata*
- *Ophiothrix fragilis*
- *Marthasterias glacialis*
- *Asterina gibbosa*
- *Psammechinus miliaris*



VIII. Tunicata

- *Trididemnum cereum*
- *Aplidium pallidum*
- *Aplidium proliferum*
- *Didemnum candidum*



IX. Polychaeta

- *Eulalia viridis*
- *Spirorbis* sp.
- *Pomatoceros triqueter*
- *Protula tubularia*

X. Pantopoda

- *Nymphon gracile*
- *Endeis spirosa*

XI. Porifera

- *Sycon raphanus*
- *Sycon coronatum*
- *Leucosolenia complicata*

